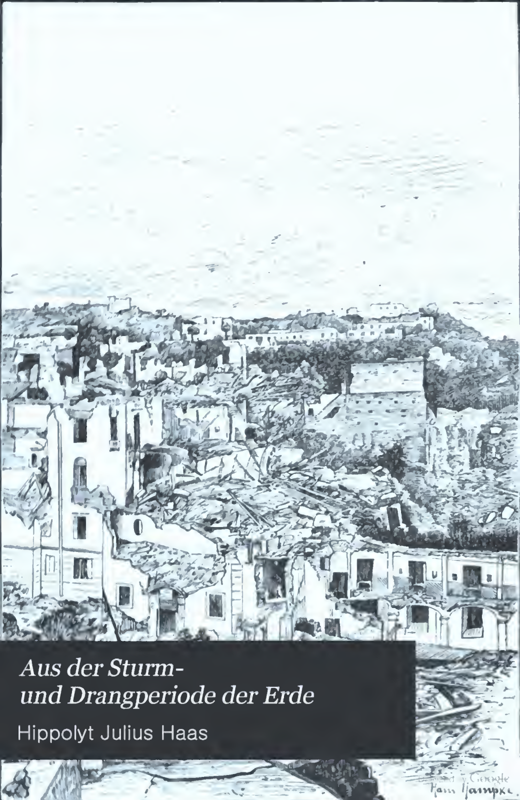
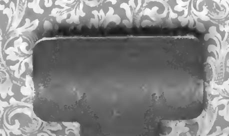


Aus der Sturm- und Drangperiode der Erde

Hippolyt Julius Haas



HOME USE RULES.

All Books subject to Recall.

Books not used for instruction or research are returnable within 4 weeks.

Volumes of periodicals and of pamphlets are held in the library as much as possible. For special purposes they are given out for a limited time.

Borrowers should not use their library privileges for the benefit of other persons.

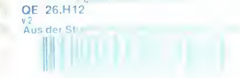
Books not needed during recess periods should be returned to the library, or arrangements made for their return during borrower's absence, if wanted.

Books needed by more than one person are held on the reserve list.

Books of special value and gift books, when the giver wishes it, are not allowed to circulate.

Readers are asked to report all cases of books marked or mutilated.

Do not deface books by marks and writing.



Aus der

Sturm- und Drangperiode der Erde

Skizzen aus der Entwickelungsgeschichte unseres Planeten

von

Dr. Hippolyt Haas

Professor an der Hochschule zu Kiel

Zweiter Band

Mit 163 Abbildungen im Text



Berlin
Verlag des Vereins der Bücherfreunde
1894

T

Inhaltsverzeichnis

Der größte Teil der Abbildungen zu diesem und zum ersten Bande ist nach Zeichnungen von J. Fürst, Mathilde Glockentöger und Hans Hampke angefertigt. Diesen Bildern liegen teils Originale, teils Lichtbilder und andere Vorlagen zu Grunde.

1. Abschnitt

Gebirgsbildung und Erdbeben

Erstes Kapitel

Etwas von der Gebirgsbildung

Einleitendes. Die ältere Theorie der Gebirgsbildung. Ketten- oder Faltengebirge und Plateaugebirge. Der gebirgsbildende Zusammenschub der Erdrinde und dessen Betrag für das Juragebirge und für die Alpen, nach Heim. Falten und Mulden, synklinale und antiklinale Anordnung der gefalteten Schichten. Komplizierter Aufbau eines Faltengebirges und die Wirkungen der Erosion an demselben. Luftsättel. Das Kohlengebirge von Namur. Abradierte Faltengebirge. Asymmetrischer Bau der Kettengebirge, erläutert am Jura und an den Alpen. Die Entstehung des Alpengebirges und die variscischen Berge. Über das Verhalten der Gesteine gegenüber der faltenden Kraft. Dynamometamorphose. Plateaugebirge. Einseitige und Horstgebirge. Grabenversenkungen. Die oberrheinische Tiefebene. Flußthäler und Grabenversenkungen in ihren gegenseitigen Beziehungen. Fortdauer der Gebirgsbildung. Schluß.

Wenn man den geologischen Aufbau gewisser Gebirge mit Aufmerksamkeit betrachtet, — wir wollen hier die Alpen als Beispiel nehmen —, so muß es auffallen, daß die ältesten Schichtenreihen die höchsten Centralketten bilden und vielfach ganz steil aufgerichtet sind, während die jüngeren Sedimentärgebilde mehr oder weniger

gestört und verworfen diesen Kern der ältesten Gesteine gewissermaßen umlagern. Diese Thatsache hatte die Geologen vom Ende des letzten und vom Anfang des jetzigen Jahrhunderts zu der Annahme geführt, daß eine von unten nach oben in vertikalem Sinne wirkende Kraft die Centralketten der Gebirge sozusagen aus den Tiefen der Erde herausgehoben hätte. Dadurch mußten selbstverständlicherweise die darüber liegenden jüngeren Schichtgesteine auseinander bersten und rechts und links von dem centralen Gebirgsstock absinken, um sich demselben dann in den verschiedentlichen Lagerungsformen, worin sie uns heutzutage erscheinen, anzuschmiegen. Diese genannten ältesten Schichtenreihen werden von einer Anzahl von Gesteinen gebildet, welche man unter der Bezeichnung krystallinische Schiefer zusammenfaßt, Felsarten, deren einzelne Varietäten Gneiß, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer u. s. f. genannt werden. Während die Lagerungsweise derselben darauf hindeutet, daß sie echte Sedimentärgesteine sind, denn eine deutliche Schichtung läßt sich bei ihnen nicht verkennen, spricht die mineralische Zusammensetzung der krystallinischen Schiefer für ihre eruptive Natur, insofern, als an ihrer Bildung eine Reihe von Mineralien teilnehmen, die wir uns nicht als Absätze von Meer-, Brack-, oder Süßwasser denken können. Es sind diese letzteren in ersterer Linie Feldspate, Glimmer, Quarz, Hornblende, Augit u. s. f., kurzum alle diejenigen Bestandteile, welche wir in den echten Eruptivgesteinen wiederfinden. Wir wollen hier auch noch hervorheben, daß sehr viele der massigen Felsarten unter den krystallinischen Schiefern ihre Analoge besitzen. Die Frage nach der Entstehung

dieser letzteren ist eine leider noch offene, wenn es auch an geistreichen Erklärungsversuchen dafür nicht gefehlt hat, die uns in manchen bestimmten Fällen wohl befriedigen können, die Frage in ihrer Gesamtheit aber noch nicht in unanfechtbarer Weise zu lösen vermögen. Um diesem interessanten und hochwichtigen Thema näher treten zu können, ist es aber des besseren Verständnisses der dafür nötigen Auseinandersetzungen wegen notwendig, daß wir uns zuerst mit dem Vorgang der Gebirgsbildung selbst beschäftigt haben.



Fig. 1. Idealdurchschnitt durch das Alpengebirge nach der alten Vorstellung von dessen Entstehung.

Die beigegebene Figur 1 zeigt uns einen schematischen Durchschnitt durch das Alpengebirge vom Standpunkt der weiter oben erwähnten Theorie aus. In der Mitte der Abbildung sehen wir die krystallinischen Schiefer a und, rechts und links an dieselben angelagert, die bei der Hebung des Gebirges von den ersteren durchbrochenen Sedimentgesteine b—e. Leopold von Buch und der französische Geologe Elie de Beaumont sind in hervorragender Weise Verfechter dieser hier vorgestellten Anschauung gewesen, an welcher die von dem Engländer Charles Lyell vertretenen Ansichten zuerst mit Erfolg gerüttelt haben. Der heutige Stand der geologischen Wissenschaft lehrt uns aber, daß ein Gebirge nicht durch eine plötzliche gewaltsame Hebung von unten her gewissermaßen auf einen Ruck entstehen kann, sondern

daß seine Bildung als der Effekt einer ganzen Anzahl oft Jahrhunderte und Jahrtausende hindurch währender Einzelvorgänge anzusehen ist. Wenn wir absehen von den vulkanischen Gebirgen, über die uns der erste Band dieses Buches wohl schon genügend aufgeklärt hat, unterscheiden wir zwei Arten von Gebirgsformen auf unserem Planeten, nämlich einmal die Falten- oder Kettengebirge und sodann die Plateaugebirge. Ein Kettengebirge besteht aus einer größeren oder kleineren Anzahl von Falten, welche, wie wir ebenfalls im ersten Bande schon gesehen haben, dadurch zu stande kommen, daß das Erdinnere in ständiger Abkühlung begriffen ist, demnach schwindet, während dessen feste Umhüllung die Tendenz hat, sich dem Erdkern anzupassen, und so gezwungen wird, sich zu falten, zusammenzurunzeln und zusammenzuschieben. „Wenn wir," so sagt Albert Heim, der schweizerische Geologe, dem die Frage von der Entstehung der Gebirge einen großen Schritt vorwärts verdankt, „die Kettengebirge wieder ausglätten, so erhalten wir ein Zuviel von Erdkruste. Der Erdumfang war also vor der Aufstauchung der Gebirge um denjenigen Betrag größer, welcher sich aus dem Ausglätten der Kettengebirge im Vergleich zu der jetzigen Breite der jetzigen Gebirgszone ergiebt. Ich habe, soweit die Profile genügend bekannt sind, diesen Zusammenschub abgemessen und für den Jura 5000 bis 5300 Meter für die Alpen zu etwa 120 000 Meter gefunden." Die Alpen und der Jura sind, das sei hier bemerkt, ganz ausgezeichnete Beispiele von Kettengebirgen. „Früher," so fährt der Genannte fort, „war die betreffende Zone der Erdrinde um den genannten Betrag breiter. Diese Zahl ist der abso-

lute Zusammenschub, der ein Gebirge gebildet hat. Die jetzige Breite des Gebirges, dividiert durch die Breite dieser Rindenzone vor der Faltung ergiebt den relativen Zusammenschub, $^7/_{12}$ bis $^4/_5$ für den Jura, $^1/_2$ für die Alpen." Der Erdumfang beträgt 40 023 512 Meter. Vor der Bildung der Alpen war derselbe demnach 40 143 512 Meter groß und hat sich somit durch den Zusammenschub dieses Gebirges bloß um das 0,003 fache verkleinert, d. h. um nicht ganz $^1/_3$ %. Aber nicht nur die Alpen und der Jura, nein die gewaltigsten Gebirgserhebungen unseres Planeten sind derartige Kettengebirge, so der Himalaya mit dem 8839 Meter hohen Mount Everest oder Gaurisankar, die Berge Centralasiens, die Anden in Südamerika, die Alleghanies und das Felsengebirge Nordamerikas, der Ural, die Pyrenäen u. s. f.

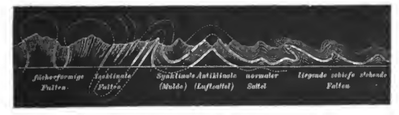


Fig. 2. Schematische Darstellung von Gebirgsfalten, nach A. Heim.

Als Falten bezeichnen wir sattelförmige Umbiegungen der Gesteinsschichten, wie das Figur 2 zeigt. Zwischen je zwei Falten liegt eine Vertiefung, eine Mulde. Die vom Sattel der Falte selbst nach rechts und nach links abfallenden Schichten pflegt man die Faltenflügel oder Faltenschenkel zu nennen. Sind diese letzteren symmetrisch gestellt zu den Mittellinien des Sattels und der Mulde,

so ist die Falte eine stehende, ist dagegen einer der Schenkel mehr geneigt, als der andere, so muß eine schiefe Falte entstehen. Auch liegende Falten sind bekannt, deren beide Flügel dann fast horizontal übereinander liegen. Eine Mulde wird demnach begrenzt von dem rechten Schenkel der einen und von dem linken Schenkel der anderen Falte, also von zwei gleichsinnig geneigten, von sogenannten synklinalen Schichtenreihen, während die beiden zu ein und derselben Falte gehörigen Flügel eine widersinnig geneigte, eine antiklinale Schichtung zeigen. Dies alles erläutern die nebenstehenden Abbildungen. Der Aufbau eines Faltengebirges ist sehr oft ein höchst verwickelter, und es bedarf vielfach jahrelanger angestrengter Arbeit und Forschung, um denselben zu enträtseln. Denn man muß sich nicht etwa vorstellen, daß die Faltung der betreffenden Schichten stets immer so klar und offen daliegt, daß man dieselbe auf den ersten Anblick feststellen könnte. Dies ist sogar meist nicht der Fall. Die erodierende Wirkung des Wassers, welche das Bestreben hat, die Oberfläche unseres Planeten zu nivellieren, einzuebnen, was vulkanische und gebirgsbildende Kraft aufgestaut hat, mußte sich ja sogleich geltend machen, als das Faltengebirge entstand, ja sogar schon während dessen Zusammenschub, der, wie wir schon weiter oben betonten, oft lange Zeiträume hindurch angedauert haben kann. So sind denn auch in gar vielen Fällen die eigentlichen Falten verschwunden und der Erosion zum Opfer gefallen, und nur aus der gegenseitigen Lagerung und der Aufeinanderfolge der Schichten gelingt es uns, die Falten in ihrer ursprünglichen Größe und Gestaltung wieder herzustellen und den

geologischen Bau des betreffenden Gebirges, dessen Tektonik zu rekonstruieren. Und das ist zuweilen eine Aufgabe, die viel Ausdauer und noch mehr Scharfsinn erfordert! Wenn man nun gezwungen ist, eine Falte wiederherzustellen, von welcher nur noch spärliche Überreste vorhanden sind, wenn man beide Flügel derselben wieder in Verbindung miteinander bringen will, so muß man zur Aushilfe des Luftsattels greifen. Was ein solcher ist, das zeigt die unterstehende Abbildung, welche einen schematischen Durchschnitt durch das Steinkohlengebirge der Worm und der Inde bei Aachen zur Darstellung bringt, und in dem die ursprünglichen Sättel der vormals hier vorhandenen Falten durch die Luft ergänzt sind, um ihre frühere Ausdehnung klar zu legen.

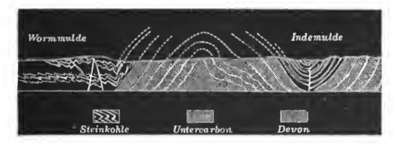


Fig. 3. Querprofil durch das Steinkohlenbecken der Worm und Inde bei Aachen. Nach Kloos.

Aus den Überbleibseln solcher von dem Erdboden mehr oder weniger verschwundener Gebirge hat man deren frühere Umrisse wieder herzustellen versucht. Das Bild Figur 4 zeigt uns einen Durchschnitt durch die Sedimente des devonischen und des karbonischen Systems in der Umgegend von Namur in Belgien, so wie die beiden belgischen

Geologen Cornet und Briart die Lagerungsverhältnisse, die dort sehr verwickelt sind, feststellen konnten. Der untere, dunkel gehaltene Teil unserer Abbildung vergegenwärtigt uns den heute noch vorhandenen Teil der gegenannten Schichtenreihen, deren Oberfläche die Linie M—M andeutet, während die heller gezeichneten Partien der Figur uns das ursprüngliche Gebirge in seiner ehemaligen mutmaßlichen ganzen Entwickelung wiedergeben. Wir müssen zum besseren Verständnis unserer Abbildung noch

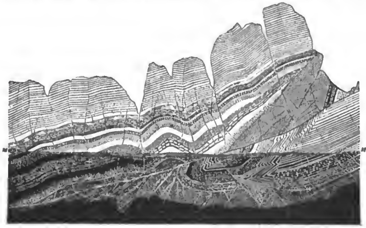


Fig. 4. Ergänztes Kohlengebirge von Namur in Belgien. Nach Cornet und Briart.

besonders hervorheben, daß hier nicht nur einfache Faltung, sondern auch Überschiebung der Faltenflügel stattfand, also äußerst komplizierte Lagerungsverhältnisse Platz gegriffen haben, welche hier völlig klar zu legen uns aber doch zu weit führen würde. Wenn nämlich, wie gerade in unserem Falle, die Faltung eine sehr starke ist, so können die beiden Flügel vollständig auseinander gerissen werden, ihren gegenseitigen Zusammenhang gänzlich verlieren und

und gegen- oder auch übereinander geschoben werden. Solche Vorgänge bezeichnet man dann als Faltenüberschiebungen. Die Mächtigkeit der bei Namur noch vorhandenen devonischen und karbonischen Schichten soll nach den beiden genannten Forschern zusammen etwa 4600 Meter betragen, während dieselben den verschwundenen und weggeführten Gebirgsteil auf etwa 5—6000 Meter veranschlagen.

Aus dem Vorstehenden erhellt, daß nicht alle ursprünglichen Faltengebirge heute noch ohne weiteres ihren Charakter als echte Kettengebirge erkennen lassen. Die Ketten sind nicht mehr vorhanden, und nur ein ganz eingehendes Studium der Tektonik solcher Gebirge giebt uns Aufschluß über deren Entstehung. Das nebenstehende Profil durch die Eifel mag das erläutern. Wir sehen hier die

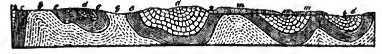


Fig. 5. Profil durch die Eifel.
b unter devonische Grauwacke; c Schiefer und Sandstein; d Eifeler Kalk; m bunter Sandstein.

verschiedenen mit b, c und d bezeichneten Schichten des devonischen Systems in ihren Faltungen, welche deutlich auf das ehemalige Vorhandensein eines Kettengebirges hinweisen, das den Einwirkungen der Verwitterung im Laufe der Äonen unterlag. Die über der Erdoberfläche befindlichen Teile der Falten sind zerstört worden und wohl nicht durch die verwitternden Kräfte allein, sondern wohl auch noch durch die Brandungswogen des Meeres, während Niveauveränderungen, denen diese Teile des Kettengebirges ausgesetzt waren. Auf solche Weise sind zuweilen

aus ehemaligen Faltengebirgen ganze Plateauflächen geschaffen worden, so die große Hochebene Böhmens und das rheinische Schiefergebirge, wie das soeben besprochene Profil durch einen Teil desselben, durch die Eifel, darthut. Daß die Abrasion, die Zerstörung der Falten, hier schon in sehr alten Zeiten vor sich gegangen ist, das beweist der nichtgefaltete, vielmehr gleichmäßig über dem ehemaligen Kettengebirge abgelagerte, in der Abbildung mit m bezeichnete Buntsandstein.

Die Faltengebirge weisen nun noch eine besondere Eigentümlichkeit auf, insofern dieselben asymmetrisch aufgebaut sind, d. h., daß ihre beiden Flanken sich vom tektonischen Standpunkte aus betrachtet durchaus ungleichwertig sind. Betrachten wir zu diesem Zwecke das Alpengebirge, das sich in der Gestalt eines großen Bogens von der Küste des mittelländischen Meeres durch den Südosten Frankreichs, durch Norditalien und die Schweiz, durch Südbayern und Österreich bis in die Umgebung von Wien dahinzieht und nach nur kurzer Unterbrechung in östlicher Richtung als Fortsetzung einen durchaus ähnlich gebauten Gebirgszug, die Karpathen, aufweist. Die konkave Seite des Bogens liegt nach Süden, die konvexe dagegen nach Norden zu. Letztere besteht nun aus einer Reihe sich allmählich nach außen zu immer mehr und mehr verflachender parallel verlaufender Faltenzüge, während an der südlichen Umrandung des Gebirges solche Falten nicht zu finden sind. Hier zerfällt dieses letztere vielmehr in eine Anzahl von Schollen, welche längs geneigter Flächen aneinander verschoben wurden, hier hat auch infolge der erhöhten Schollenbildung vulkanische Eruptions-

kraft ein geeignetes Gebiet ihrer Thätigkeit gefunden, denn am Südrande der Alpen treten als wesentliche Bestandteile des Gebirges zwischen den Sedimentärgesteinen auch massige, der nördlichen alpinen Zone fast gänzlich fehlende eruptive Felsarten auf. Der Zusammenschub des Alpengebirges muß in etwa südnördlicher Richtung erfolgt sein; im Süden hat demnach die stauende und gebirgsbildende Kraft auf die intensivste Weise gewirkt, und hier ist demnach der von Zerreißungen und Brüchen begleitete Steilabfall des Gebirges, während, wie gesagt, nach Norden zu die Falten immer niedriger



Fig. 6. Querprofil durch die schweizerischen Centralalpen. Nach A. Heim.

und flacher werden. Ein ähnliches Beispiel zeigt uns der geologische Aufbau des die italienische Halbinsel in nordsüdlicher Richtung durchziehenden Apenninengebirges, dessen gefaltete Flanke der Adria zugewandt ist, während auf der westlichen Seite desselben Brüche und Verwerfungen in großer Anzahl vorhanden sind, auf welchen sich die zahlreichen Vulkane, die wir im ersten Bande dieses Buches schon eingehender betrachtet haben, auftürmen konnten.

In engster Verbindung mit dem Alpengebirge steht der Jura, der in seiner Längserstreckung dem ersteren etwa parallel verläuft und sich ungefähr da, wo bei Grenoble

die Alpen ihre südnördliche Streichrichtung verlassen, um in eine nordöstliche umzubiegen, von diesen letzteren abzweigt. Auch bei diesem Kettengebirge finden wir unsymmetrischen Bau; seine stärkste Faltung zeigt uns dasselbe auf seiner inneren, den Alpen zugekehrten Seite. Das beigedruckte Profil, Figur 7, läßt diesen Umstand sofort deutlich erkennen.



Fig. 7. Profil durch den westlichen Jura. Nach P. Choffat.

Die Faltung des heutigen Alpengebirges hat in der Tertiärzeit, und zwar zu Ende der eocänen Periode begonnen. Die gebirgsbildenden Kräfte haben in der Richtung von Norden nach Süden gewirkt, und zwar genau so, wie dieselben schon einmal in früheren Zeiten, gegen den Schluß der großen paläozoischen Ära hier thätig gewesen sind. Wir haben soeben von dem heutigen Alpengebirge geredet, und das hat seine guten Gründe. Gegen Ende der karbonischen Zeit nämlich erhob sich, das wissen wir bestimmt, im Centrum des jetzigen Europas ein gewaltiges Hochgebirge, an Ausdehnung, vielleicht auch an Gipfelhöhe den Alpen überlegen und gleich diesen letzteren einen nach Norden konvexen, nach Süden aber offenen Bogen bildend, die Mitteldeutschen Alpen oder das Variscische Gebirge, wie man diese Bodenerhebung einer längst entschwundenen Periode in der Entwickelungsgeschichte unseres Planeten genannt hat. Der letztere Name stammt vom österreichischen Geologen

Süß und ist einer germanischen Völkerschaft, den Variscern, entlehnt, die ihren Hauptsitz in der Umgebung von Hof in Bayern hatten. Es wird nun die Frage nahe liegen, woher man denn davon Kunde hat und wie man das ehemalige Vorhandensein des variscischen Gebirges heutzutage noch beweisen will? Darauf soll die Antwort nicht ausbleiben!

Wenn wir die Streichungsrichtung betrachten, d. h. die Direktion, in welcher die archäischen und paläozoischen Schichtenreihen des Schwarzwaldes, der Vogesen und des Odenwaldes, des rheinischen Schiefergebirges und seiner benachbarten Erhebungen, sodann des Harzes, des Thüringer- und des Frankenwaldes, des Fichtel- und des Erzgebirges, die bei der Entstehung der genannten Gebirge aufgerichtet worden sind, verlaufen, dann zeigt sich, daß dieselbe eine durchgehends nordöstliche ist. Am nordöstlichen Ende des Erzgebirges jedoch ändert sich die Sachlage. Hier tritt in der Richtung der Schichten eine Umbiegung ein; dieselben verlassen die nordöstliche Direktion, um sich ganz nach Osten zu wenden, weiterhin, im Lausitzer und im Riesengebirge wird sogar eine nordwest-südöstliche Richtung bemerkbar, die sogenannte sudetische Richtung, die sich von hier aus in ganz gleicher Weise fortsetzt bis an den Rand der Karpathen in Mähren und in Österreichisch-Schlesien. Eine ähnliche Umbiegung weisen die Karpathen selbst auf, da, wo sie am weitesten nach Norden hinreichen. Aus der Lage und der übereinstimmenden Streichungsrichtung der archäischen und der paläozoischen Schichtenreihen in den genannten Mittelgebirgen, die wir übrigens bis nach

Frankreich hinein verfolgen können, schließen wir nun, daß diese letzteren die Überreste eines gewaltigen Kettengebirges sind, das im östlichen Frankreich begonnen hat und sich nach Nordosten erstreckte, bis etwa zum Meridian von Görlitz, woselbst die Umbiegung nach Südosten erfolgte, die wir eben schon erwähnt haben. Diese Auffassung wird nicht nur durch die Lage und durch die Streichrichtung, sondern auch noch durch die Verteilung der einzelnen Ablagerungen wahrscheinlich gemacht, denn wenn wir absehen von dem seltenen Vorkommen abnorm gebauter, symmetrischer Gebirge, so ist die Folge des einseitigen asymmetrischen Baues der Kettengebirge die, daß auf der einen, und zwar auf der inneren Seite, die ältesten Felsarten zu Tage treten müssen und nach außen zu, trotz aller Unregelmäßigkeiten in der Tektonik im großen und ganzen immer jüngere Bildungen folgen. Dies ist auch auf der Innenseite der mitteleuropäischen Alpen der Fall, an der uns vorwiegend die ältesten Gesteine entgegentreten, so die Gneiße des Schwarzwaldes, der Vogesen, des Fichtel-, Erz-, Karlsbader und Riesengebirges, während wir an der Außenseite des variscischen Gebirgsbogens, so im rheinischen Schiefergebirge, im Harz, im Thüringer Wald u. s. f. verhältnismäßig weit jüngere paläozoische Ablagerungen in größter Ausdehnung antreffen. „Es ist," sagt Neumayr bezüglich der Aufstauung der mitteleuropäischen Alpen, „als ob sich hier zweimal in der Geschichte der Erde derselbe Vorgang abgespielt hätte, nur das erste Mal etwas nördlich von dem Schauplatz der späteren Wiederholung."

Kehren wir nun nach dieser Abschweifung zurück

zum Alpengebirge, dessen Entstehung, wie wir sahen mit dem Eocän ihren Anfang nahm.

Der Vorgang der Alpenhebung hat sich aber anscheinend durchaus nicht auf die Eocänzeit beschränkt, derselbe muß vielmehr sehr lange angedauert haben und war auch für alle Teile des Alpengebirges nicht immer gleich. Für den westlichen Teil desselben erreichte die Auffstauung wahrscheinlich noch zum Schluß der Miocänzeit ihr Maximum von Intensität, denn auch die miocänen Konglomeratschichten am Nordrande der Alpen sind vielfach steil aufgerichtet worden. Der Bau des Alpengebirges, so, wie derselbe sich heutzutage darstellt, ist das Produkt lange andauernder, zum Teil höchst verwickelter gebirgsbildender Vorgänge, welche sich mit wechselnder Stärke während verschiedener geologischer Zeiträume geltend gemacht haben, um bis in die jüngste Zeit hinein noch fortzudauern.

Wir fragen uns nun, wie sich denn die meist spröden Gesteine gegenüber der Faltung durch die gebirgsbildende Kraft verhalten haben? Es ist nun durch die Erfahrung bewiesen, daß wir in besonders reichem Maße in den Kettengebirgen Biegung, Fältelung, Zerquetschung der Felsarten und Streckung und Verzerrung der darin enthaltenen Fossilien finden. „Die Annahme, daß die Gesteine zur Zeit der Faltung alle noch weich gewesen wären," sagt Heim, „steht in Widerspruch mit allem, was wir von den zur Erhärtung von Sedimenten notwendigen Zeiten und Bedingungen kennen oder vermuten, und was wir vom relativen Alter der Bildungs- und Faltungsvorgänge verschiedener Gesteine wissen. An ohne Bruch

homogen umgeformten Geröllen aus der Nagelfluh, an gestreckten Belemniten, elliptisch gezogenen Ammoniten u. s. f., an nachträglich wieder gefältelten Adern läßt sich der ganz scharfe Nachweis führen, daß alle Umformungen, kleinen wie großen Faltungen der Gesteine, welche mit der Entstehung der Alpen zusammenhängen, sich an Material vollzogen haben, welches längst annähernd in gleichem Grade fest und hart, sogar spröde geworden war, wie wir es heute vor uns sehen." Ein weiterer Gelehrter, der sich viel mit dem geologischen Aufbau des Alpengebirges beschäftigt hat, der Dr. E. Fraas in Stuttgart, äußert sich wie folgt, zu dieser Frage:*) „Betrachten wir," so sagt derselbe, „ein Gesteinsstück aus einer Gebirgsfalte näher, so sehen wir, daß dasselbe meist von einer großen Menge feiner Risse und Sprünge durchzogen ist, welche den Zusammenhang der Gesteine vollständig gelockert haben, so daß es in unserer Hand zerbröckelt oder sich wenigstens leicht zerschlagen läßt. Ebenso häufig finden wir aber auch, daß die Sprünge sich wieder sekundär mit einer aus dem Nebengestein infiltrierten Mineralmasse ausgefüllt haben und nun als Gänge und Adern das Gestein durchsetzen; in diesem Falle ist meist der gelockerte Verband wieder hergestellt, und das Gestein kann unter Umständen wieder ein außerordentlich festes Gefüge bekommen, die Adern im Gesteine sind aber in diesem Falle für uns gleichbedeutend mit Klüften und Sprüngen." Neben der durch Bruch und Zertrümmerung des Gesteins-

*) In seinem empfehlenswerten Buche: Scenerie der Alpen, Leipzig 1892.

materials erreichten Plastizität der Felsschichten kommt hier aber noch ein weiterer Faktor in Betracht, der in höherem oder in geringerem Grade jedem Gesteine eigen ist, die bruchlose Plastizität. „Experimentell," so sagt E. Fraas weiter, „sind freilich diese Verhältnisse schwierig nachzuweisen, besonders, wenn es sich nicht allein um Druck, sondern um Zug handelt, da uns zu derartigen Experimenten die gleichmäßig anhaltenden Kräfte und vor allem auch die Zeitdauer fehlen, mit welchen die Natur arbeitet. Um so reicher und überzeugender sind dagegen die Beweisstücke, welche in der Natur vorliegen, und es ist wieder das Verdienst von Heim, dieses Material zusammengestellt und zur Aufstellung von Gesetzen verwendet zu haben, nach welchen diese Erscheinungen vor sich gehen.

Es ist klar, daß eine derartige Plastizität des Materials auf eine Lockerung der einzelnen Partikelchen oder, wenn wir so wollen, Moleküle des Gesteines und eine Verschiebung der Teilchen in der schon öfters angeführten Weise zurückzuführen ist, und im Grunde genommen liegt auch hier ein ganz analoges Verhalten vor, wie bei der mit Bruch verbundenen Bewegung, nur sind die einzelnen Teilchen nicht mehr mit dem bloßen Auge sichtbar, sondern können nur noch mit Hilfe des Mikroskopes nachgewiesen werden, ja in vielen Fällen entziehen sie sich sogar vollständig der Beobachtung. Wir können also Plastizität als eine, ohne sichtbaren Bruch erfolgte Verschiebung der Moleküle eines Körpers definieren, und sie stellt demnach einen höheren Grad der Druckerscheinung dar, als die mit Brüchen verbundene Verschiebung, indem sie aus

der Summe unendlich vieler und unendlich kleiner Brüche resultiert.“

Daß sich verschiedene Gesteinsarten hierin ganz verschieden verhalten werden, das liegt auf der Hand. Wenn wir beispielsweise eine der Faltung ausgesetzt gewesene Schichtenfolge von Kalk- und von Thongesteinen des Näheren darauf hin untersuchen, so finden wir, daß die ersteren an ihren Umbiegungsstellen zersprengt und zerrissen sind, während die thonigen Felsarten plastisch bleiben. Darin eingeschlossenene Fossilien sind dagegen gänzlich verzerrt und umgeformt, weil dieselben aus spröder Kalkmasse bestehen. Die nebenstehende Abbildung zeigt uns derartige verzogene und zerrissene Fossilien aus den schweizerischen Alpen.



Fig. 8a. Verzogener Ammonit aus dem Jurasystem vom Schilt in Glarus.



Fig. 8b. Zerrissener Belemnit aus dem Jurasystem von Frette de Sailles im Wallis.

Neben der ziehenden und zerrenden Einwirkung macht sich aber auch noch diejenige des Drucks geltend

bei denjenigen Felsarten, welche einer Faltung unterworfen gewesen sind. Dieser letztgenannte Umstand ist von großer Bedeutung, und dessen Effekte sind denjenigen, welche durch Kontaktmetamorphose hervorgebracht werden, in vielen Fällen durchaus ähnliche. Eine völlige Strukturveränderung des betreffenden Gesteines kann durch diesen Dynamometamorphose genannten Vorgang vor sich gehen, Thonschiefer werden hierbei zu hochkrystallinischen Gesteinen, gewöhnliche Kalke zu Marmor u. s. f. Den Einfluß der Faltenbildung auf die Gesteine kann man genau studieren, wenn man in den Alpen wandert. Man wird kaum ein Gesteinsstück finden, das nicht die Spuren der soeben geschilderten mechanischen Deformationen zeigte. Ursprünglich mächtige Kalkschichten der Juraformation sind zu dünnschiefrigen Gebilden mit verzerrten und zerrissenen Fossilien ausgewalzt, massige Porphyre sieht man ausgezogen zu schiefrigen Felsarten, ehemals dichter Kalk stellt sich den Blicken als körniger Marmor dar.

Wir wenden uns zum anderen Typus der Gebirge auf unserem Planeten, den wir noch nicht kennen, zu demjenigen der Plateaugebirge, welche auch als Schollengebirge oder als Bruchgebirge bezeichnet werden. Es sind dieselben wohl zurückgebliebene Bruchstücke eingesunkener Teile der Erdrinde und werden von sogenannten Senkungsfeldern begrenzt. Zerspaltet ein Plateau oder Tafelland, wird dasselbe in Schollen zerlegt, deren etliche absinken, während andere stehen bleiben, vielleicht gar auch gehoben werden, so kommt ein derartiges Bruchgebirge zu stande. Ein Beispiel dafür in größerem Maßstabe ist der Kaukasus. Ist die Zerspaltung des Tafellandes auf eine solche Weise

vor sich gegangen, daß nur an einer Seite einer stehengebliebenen Scholle ein Zusammenbruch stattfand, so zeigt sich uns ein einseitiges Bruchgebirge, und war das Abgleiten der Schollen ein treppenförmiges, so tritt uns ein Staffelbruch entgegen. Glitten jedoch beiderseits von einer stehenbleibenden Scholle Teile des Tafellandes hinab in die Tiefe, so bezeichnen wir diese erstere als Horst oder auch als Horstgebirge. Der Schwarzwald und die Vogesen sind

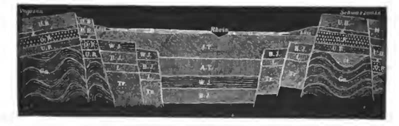


Fig. 9. Profil durch das obere Rheinthal. Nach Kloos.
D Diluvium; J.T Jungtertiär; W. J Weißer Jura; B.J Brauner Jura; L Lias; M Muschelkalk; O.B Oberer Buntsandstein; U.B Unterer Buntsandstein; Tr Trias; O.R Oberes Rotliegendes; U.R Unteres Rotliegendes; St Steinkohlenformation; Gn Gneis.

treffliche Beispiele für solche Horste. Bisweilen kommt es auch vor, daß zwei Schollen als Horste erhalten geblieben sind, während die dazwischen liegende, mittlere, abgesunken ist, dann erhalten wir die als Grabenversenkung in der Geologie bekannte Erscheinung. Der Aufbau des Rheinthales zwischen Basel und Mainz erläutert uns dies. Zwischen dem Vogesen- und dem Haardtgebirge einerseits und dem Schwarzwald und dem Odenwald andererseits sind in tertiärer Zeit die Schichten etwa treppenförmig nach der Mitte des Rheinthales zu eingesunken, und die einzelnen Gebirgsstücke werden durch eine Anzahl

von annähernd parallel laufender Schollen voneinander getrennt. Die oberrheinische Tiefebene ist, wie der Geologe Lepsius bemerkt, keineswegs ein vom Rhein ausgewaschenes Thal; so mächtig der stolze Rhein dahinflutet, würde es ihm doch nicht möglich gewesen sein, ein vier Meilen breites Thal in das Gebirgsland des südwestlichen Deutschlands einzufurchen. Vielmehr ist die oberrheinische Tiefebene eine weit klaffende Spalte der Erdkruste, eine Spalte, welche längst vorhanden war, ehe der Rhein geboren ward, eine Spalte, welche dieser Strom, ehe er sich in dieselbe ergossen hatte, nicht nur nicht tiefer ausfurchte, sondern vielmehr mit dem mitgeschleppten Schutt der Gebirge ganz bedeutend ausfüllte und zuschüttete. Auf dieser Spalte der Erdkruste hat sich denn auch ein herrliches vulkanisches Gebirge, der phonolith- und basaltreiche Kaiserstuhl bei Freiburg im Breisgau aufgebaut. Grabenversenkungen sind auf Erden allgemein verbreitete Erscheinungen. Das Jordanthal im heiligen Lande gehört hierzu und dürfte wohl gleichzeitig mit dem Libanon im Miocän entstanden sein. Auch Norwegen erscheint durchsetzt von einem komplizierten Netze solcher Grabenbrüche. Es ist eine interessante Thatsache, daß unsere Flüsse bisweilen ihren Weg durch dieselben nehmen, weshalb auch wie Kloos betont, Grabenversenkungen und Flußthäler häufig zusammenfallen. Als Beispiele hierfür wollen wir das Leinethal bei Göttingen und dasjenige der Saale bei Kissingen anführen. Der erstgenannte Fluß durchläuft zwischen dem Dörfchen Friedland bei Göttingen und dem Städtchen Salzderhelden eine derartige, an 40 Kilometer lange Grabenversenkung, in der die Schichten der Trias

treppenförmig eingesunken sind. „Im Buntsandsteinplateau des Solling,“ sagt Professor Kloos in Braunschweig, „finden sich nach A. von Könen mehrere Grabenversenkungen, die weit über 1000 Meter breit und erfüllt sind von tertiären Braunkohlen, welche durch die Senkung geschützt waren gegen die Erosion und dadurch erhalten geblieben sind, während die gleichen Bildungen

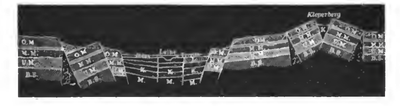


Fig. 10. Profil durch die Grabenversenkung des Leinethales bei Göttingen. Nach Kloos.
L Lias; K Keuper; O.M Oberer Muschelkalk; M.M Mittlerer Muschelkalk; U.M Unterer Muschelkalk; B.S Buntsandstein.

auf dem Plateau im Laufe der Zeit der denudierenden Gewalt der Gewässer zum Opfer fielen. Das Vorkommen abbauwürdiger Braunkohlenflötze in Nord- und Mitteldeutschland ist größtenteils auf dergleichen Versenkungen beschränkt; ohne solche würden diese jüngeren lockeren Kohlenbildungen samt den sie begleitenden losen Sanden und weichen Thonen längst spurlos verschwunden sein.“

Schichtenfaltungen und die solche begleitenden Phänomene, also der Zusammenschub von Kettengebirgen sind die Produkte einer seitlich wirkenden Kraft, die Schollengebirge jedoch legen dafür Zeugnis ab, daß innerhalb unserer festen Erdkruste auch in radialem Sinne erfolgende Bewegungen vor sich gehen. „Dort, wo jetzt Schollengebirge sich erheben,“ sagt Kloos, „können aber in den

ältesten Zeiten auch seitliche Bewegungen stattgefunden und Faltenwurf veranlaßt haben, wie dies im Schwarzwald und in den Vogesen die ältesten Formationen zeigen, wo sie in den tiefsten Einschnitten zu Tage treten. (Siehe hier das Profil Figur 9.) Sie lagern in Sätteln und Mulden, liegen aber zu tief, um auf das Relief des Gebirges an der Oberfläche Einfluß ausüben zu können." Daß übrigens die Bewegungen in der oberrheinischen Tiefebene noch jetzt ihren Fortgang nehmen, davon geben uns die Erdbeben Kunde. Ebenso ist es in den Alpen. Auch hier dauert der Vorgang der Gebirgsbildung noch fort, und die Thatsachen, daß innerhalb gewisser Teile der südalpinen Schollen noch stetige Verschiebungen stattfinden, stehen fest. Im südlichen Gebiet der Ostalpen, in Südtyrol und in Venetien, kennt man gewaltige Bruchlinien, deren südlicher Rand gegen den nördlichen abgesunken ist. Von diesen Schollen gehen zuweilen Erdbeben aus, so in besonders hervorragender und auffallender Weise auf der Linie Belluno-Agram. Jedes, auch nur das allergeringste Verschieben der Schollen an ihre Kluftfläche, selbst wenn es dem menschlichen Auge entzogen ist, kann dort die Erde meilenweit erschüttern und manchmal gewaltiges Unheil anrichten. Doch dieser Umstand führt uns hinüber auf ein anderes Gebiet, auf dasjenige der Erdbeben selbst, und von diesen Erscheinungen soll nun im folgenden Kapitel die Rede sein.

Zweites Kapitel

Von den Erdbeben

Einleitendes und Geschichtliches. Bibel und Erdbeben. Erdbeben im Volksglauben der Alten und in der nordischen Göttersage. Die Erderschütterungen nach der Auffassung der Indianer von Südamerika, der Chinesen und der Japanesen. Was ein alter deutscher Schriftsteller von den Erdbeben sagt. Aristoteles und Seneca über die Erdbeben. Die Einsturztheorie des Anaximenes. Neuere Ansichten über die Ursachen der Erderschütterungen. Die Erklärungsversuche von Volger und von Falb. Die Arbeiten von R. Hörnes über die Erdbeben. Einsturzbeben, vulkanische Erdbeben und Dislokations- oder tektonische Erdbeben. Longitudinale und transversale, lineare und radiale Erderschütterungen. Schüttergebiete, Stoß- und Schütterlinien. Über die Anzahl der bei einem Erdbeben erfolgenden Stöße. Das Erdbeben von Argam am 9. November 1880, nach Toula. Centrale Erdbeben. Mallets, Pfaffs und Abbots Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Stoßwellen in verschiedenen Gesteinsarten. K. von Seebachs und Mallets Methoden zur Feststellung des Erdbebenherdes und des Epicentrum. Vom Einfluß der geologischen Bodenbeschaffenheit und des Oberflächenreliefs auf die Verbreitung der Erdstöße. Über die Dauer der Bodenerschütterungen bei Erdbeben und über deren größere und geringere Stärke, sowie über die Grade ihrer Unterscheidung. Succussorische und undulatorische Erdbebenbewegungen. Der Moto verticoso und dessen Erklärung.

Seismographen und Seismometer. Der Eindruck des ersten Erdbebens, nach A. von Humboldt. Die Wirkung des mitteldeutschen Erdbebens vom 6. März 1872 im Schullehrerseminar zu Waldenburg in Sachsen, nach einem Briefe eines damaligen Seminaristen. Die Größe und der Umfang der Erschütterungsgebiete. Über den Einfluß der Tagesstunden und der Jahreszeiten auf die Häufigkeit der Erdbeben. Mond und Erdbeben. Anzahl der Erdbeben. Von einigen die Erderschütterungen begleitenden Erscheinungen, als Vorboten, unterirdisches Getöse, Spaltenbildung, Austritt von Grundwasser, Bergeinstürze, plötzliche Hebungen und Senkungen. Der Lago di Tolfilo und der Ullah Bund. Gas und Flammenausbrüche bei Erdbeben. Vom Einfluß der Erderschütterungen auf den Ozean. Erdbebenfluten und ihre zuweilen gewaltige Verbreitung. Die Erdbebenflut beim Erdbeben in Lissabon. Schluß.

„Wenn die Erde bebt ihr Beben,
Wenn sie will ihr Lassen von sich geben,
Wann die Menschen: „was ist ihr?“ fragen,
Und die Erdstöße die Antwort sagen.“

So beten die Mohamedaner, wenn die unterirdischen Gewalten unseren Planeten erschüttern, so fragen dieselben, und mit ihnen haben gar viele Menschen auf Erden schon diese Frage gestellt, ohne daß ihnen Antwort erfolgt wäre. Ereignisse, wie die Erdbeben mit ihren meist so verheerenden Wirkungen mußten das Gemüt der Völker des Altertums schon in hohem Maße beschäftigen. Auch in den Überlieferungen des Volkes Israel finden wir auf derartige Erscheinungen bezügliche Stellen, die wir schon in den einleitenden Worten zum ersten Abschnitt im ersten Band dieses Buches teilweise angezogen haben, so besonders in Davids Psalmen. „Als Israel aus Ägypten zog, da ward Juda sein Heiligtum. Das Meer sah es

und floh, der Jordan wandte sich zurück. Die Berge hüpften wie Widder und die Hügel wie junge Lämmer. Vor dem Antlitz des Herrn erbebte die Erde.“ Also steht zu lesen im 113. Psalm, und im 59. Psalm fällt uns die Stelle auf, die besagt: „Gott, du verstießest und zerstörtest uns, du warst zornig und du hast dich unser erbarmt. Du bewegtest die Erde und erschüttertest sie; heile ihre Brüche, denn sie war bewegt.“ Wie bei allen Katastrophen, welche das jüdische Volk heimgesucht haben, so sah dasselbe auch in den Erdbeben die göttliche Fügung, ohne sich zunächst in Vermutungen über die veranlassenden Ursachen zu ergehen, und ganz ähnliche Anschauungen finden wir auch bei etlichen heidnischen Völkern, selbst bei solchen, welche eine gewisse Anlage zur Naturphilosophie nicht verkennen lassen. Auch sie sahen in den Erderschütterungen göttliche Strafgerichte. „Wenn in andere Erscheinungen der Natur,“ sagt Lersch, „das regelmäßige Wiederkehren derselben ihnen ein gesetzmäßiges vorsorgliches Walten der Gottheit vor Augen führte, so waren es die Erdbeben, die durch ihr so höchst unregelmäßiges Auftreten und ihre schrecklichen Folgen das willkürliche Eingreifen eines zürnenden mächtigen Wesens in die Schicksale der Menschen annehmbar machten.“ Für die alten Griechen und Römer waren die Erderschütterungen entweder das Werk des Donnerers Zeus oder des Meergottes Poseidon, und wie uns Xenophon berichtet, sollen die Lacedämonier bei einem Erdbeben in einen Lobgesang ausgebrochen sein. Ebenso finden wir bei Aristophanes eine Stelle, in welcher ein Feind des ebengenannten griechischen Volksstammes in Verwünschungen

gegen denselben sich ergeht und den frommen Wunsch äußert, Poseidon, der die Erde erschüttert, möge diesem doch alle seine Wohnungen umwerfen.

Nach einer nordischen Sage ist Loki, der Feuergott, festgelegt in einer tiefen Höhle. Ein Giftwurm, der ihm ins Angesicht sein Gift träufelt, liegt über ihm. Lokis Weib hält das Gift ab, indem sie eine Schale unterhält. Wenn diese letztere aber geleert werden muß, so fällt das Gift auf Loki, und dieser sträubt sich dann so sehr vor Schmerz und Weh, daß davon die Erde erbebt. Die Indianer Peru's glauben, bei jeder Erderschütterung erhebe sich Gott von seinem Sitze, er thue dies aber nur, um die Menschen bequem zählen zu können; schon an der Größe des Geräusches, das dann von der Erde aufsteige, wisse er die Zahl der Menschen zu schätzen. Sobald die Indianer darum auch nur das leiseste Erdbeben fühlen, kommen sie hervor aus ihren Hütten, laufen und springen, stampfen auf die Erde und schreien: Herr, wir sind hier, hier sind wir! Nur bei solcher Veranlassung stellen sie sich ihrem himmlischen Vater vor. Auf ihrem Lande zürnende böse Geister führen die Bewohner des Reiches der Mitte die Erdbeben zurück. Als im Jahre 1649 gewaltige Erderschütterungen Angst und Schrecken im weiten China verbreiteten, brachten sie den Dämonen große Opfer dar. Bei manchen Erdbeben scheint sich bekanntlich die Erde wellenförmig zu bewegen, und so kommt es denn, daß wir bei gewissen Völkerschaften die Vorstellung finden, als ob die Bewegung eines großen Tieres, oder einer riesigen Schlange oder gar einer Schildkröte unter der festen Decke unseres Planeten die Erderschütterungen

hervorbrächte. Glauben doch einige südamerikanische Indianerstämme, daß bei den Erdbeben im Inneren der Erde ein Walfisch durchgeschwommen sei, eine Ansicht, die auch von den Japanesen geteilt wird. Übrigens ist eine derartige Annahme auch bei europäischen Gelehrten vergangener Jahrhunderte aufgekommen, wie uns die Stelle aus einem solchen alten Schriftsteller, aus Rasch zeigt, welche wir hier anführen wollen. „Ob aber in dem erdrich darinnen, und in (Microcosmo) menschlichen Leib, als am himmel oder in lüfften, die hitz oder kelt miteinander streiten, dadurch ein solch greulich erschröklich stossen, schupffen, hupffen, zittern, werffen, fellen, sausen pfnausen anrichten wie der donner und plitz, so kommt von kelt und hitz. Oder, ob der wind wider das wasser oder das wasser wider den wind, oder ein wind wider den anderen, oder ein wasser wider das andere, unter und gegen einander sich setzen, anstoßen und jrren, Oder, ob vielleicht ein Wassergang verfallen, verschoppet oder ob etwa in der erd ein gewölb eingangen sey, oder, daß die Erdgeister und Bergmännlein streiten, oder daß der Meerfisch Celebrant sich recke und strecke, die Erde also unmäßig rüre und bewege, die auf ihm liege und ruhe, oder was doch ursaches sonst sey, dadurch und weßwegen der erdboden also geblöet (gebläht), getruckt, getrengt und gehebt wird . . . das ist bey allen gelehrtesten brühmbtesten Naturforschern noch unerörtert."

Wenn wir nun zurückgehen aufs klassische Altertum und uns vergegenwärtigen wollen, wie denn die großen Denker der Griechen und Römer über die Entstehungsursachen der Erdbeben dachten — wie sich das Volk im

allgemeinen die Sache vorstellte, das haben wir schon weiter oben an einigen Beispielen gesehen, — so zeigt sich uns, daß für das Altertum in vorwiegender Weise die Anschauungen zweier Philosophen maßgebend geworden sind, nämlich diejenigen des Aristoteles, den man mit Recht den bedeutendsten Denker der Alten nennt, und neben dem großen Stagiriten diejenigen von des Nero Lehrer, vom Römer Seneca. Aristoteles suchte den Beweis dafür zu führen, daß die Erdbeben erzeugt würden durch das „Pneuma“, durch Luft und durch Dämpfe, welche sich seiner Meinung nach in Höhlungen in den Tiefen unseres Planeten eingeschlossen finden, und so sprach er denn auch die Ansicht aus, das höhlenreiche Länder in erster Linie Erderschütterungen ausgesetzt seien und am heftigsten darunter zu leiden hätten. Er führt zur Stütze seiner Anschauungen den Hellespont, Achaja, Euböa und Sicilien an. Wenn Erdbeben stattfinden, so sei es windstill, weil eben der Wind in den soeben erwähnten Höhlungen eingedrungen sei. Bei Erdbeben setze die Luft ferner auch das Wasser in Bewegung, und wenn dieselbe in die Erde eingepreßt sei und darin in Bewegung gerate, habe dieselbe eine gewaltige Kraft; dieselbe sei dann fähig, große Lasten zu überwinden, und bei ihrem Versuche, ihrer unterirdischen Kammer zu entweichen, sei sie wohl im stande, die Erde erbeben zu machen oder deren Decke auseinanderzutreiben, wie ein Keil. Dies in kurzen Worten ein Überblick über die Erdbebenlehre des genannten griechischen Philosophen, die später in dem Zeitgenossen des Kaisers Augustus, in Strabo, und ebenso in dem Naturforscher Plinius warme Anhänger gefunden hat. Der letztere betont noch

ganz besonders, daß die allerschlimmsten Erderschütterungen im Zusammenhang stünden mit dem Wehen der Südwinde, und, wie Lersch hervorhebt, ist dieser Umstand deshalb besonders merkwürdig, weil auch in neuerer Zeit ein Mann, der sich viel mit den Erdbebenerscheinungen beschäftigt hat, Dr. Otto Volger, dessen Bekanntschaft wir schon im ersten Bande dieses Buches gemacht haben, auf das häufige Zusammentreffen der Erdbeben mit dem Wehen der Föhns hingewiesen hat.

Wie Aristoteles, so nimmt auch Seneca die Mitwirkung von im Erdinneren eingeschlossenen Lüften und Winden bei den Erderschütterungen an. Das „Pneuma“ des griechischen Philosophen ist aber für ihn ein „Spiritus“. Woher kommt denn aber dieser Spiritus? In der Beantwortung dieser Frage liegt hauptsächlich der Fortschritt der von Seneca vertretenen Anschauungen. Den Gedanken von Einströmen der Winde und Lüfte in das Erdinnere verwirft der römische Gelehrte ganz und gar, und er behauptet vielmehr, daß die Gase und Dämpfe des Spiritus sich in den Höhlungen selbst entwickeln, und zwar am stärksten natürlich an denjenigen Stellen des Erdreiches, wo die in dasselbe eindringenden Gewässer in Berührung kommen mit den unterirdischen Feuern. Daher kommt es denn auch, daß vorzugsweise die in der Nähe des Meeres oder sonstiger großer Wassermassen belegenen Landstriche von solchen Erdbeben heimgesucht werden. Neben dieser soeben geschilderten Theorie bestand im Altertum aber auch noch eine andere, welche auf der Annahme basiert, daß durch unterirdische Einstürze heftige Erderschütterungen hervorgebracht würden. Diese Einsturztheorie verfocht vorzugs-

weise der Jonier Anaximenes (568—499), des Anaximander großer Schüler. Übrigens haben auch Aristoteles und Seneca dieselbe in bedingter Weise und zur Erklärung gewisser Umstände, wozu πνεῦμα und spiritus nicht ausreichten, zu Hilfe genommen.

Wie bei den eigentlichen vulkanischen Erscheinungen, so hat auch hier bei den Erdbebenphänomenen das Mittelalter wenig oder auch gar nichts zur Erweiterung unserer Kenntnisse auf diesem Gebiete beigetragen.

In den Überlieferungen aus jener geistig umnachteten Zeit finden wir vielfach den Gedanken ausgesprochen, unterirdische, unheimliche, mit dem Bösen in Verbindung stehende Mächte brächten zur Strafe für das sündhafte Thun und Treiben der Menschen das Felsgerüst unserer Erde ins Wanken, und noch gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts ist eine ähnliche Stimme laut geworden. Einer der ersten wissenschaftlichen Erklärungsversuche für das Erdbebenphänomen, welche die neuere Zeit hervorgebracht hat, datiert etwa 150 Jahre zurück. Damals versuchte ein Gelehrter Namens Stuckeley diese Erscheinungen durch die Annahme zu deuten, daß auch im Inneren unseres Planeten eine Atmosphäre vorhanden sei, in der sich Elektrizität ansammle. Im Ausgleich dieser Erdelektrizität gegenüber einer unelektrischen Wolke und in den dadurch verursachten Entladungen sah der Genannte die Ursache der Erderschütterungen. Neben elektrischen Einflüssen sind dann von späteren Forschern auch Gasspannungen im Erdinneren zur Erklärung der Erdbeben herbeigezogen worden, und die Entstehung solcher Gase wurde zuweilen auf höchst eigentümliche Ursachen zurück-

geführt. So dachte sich Parrot derartige gespannte Gase entwickelt aus großen Mengen von in Zersetzung begriffenem Schwefeleisen. An Erklärungsversuchen für das Erdbebenphänomen hat es auch in neuerer Zeit nicht gefehlt. Ihre Zahl ist, um mit Toula zu reden, Legion. Knallluft, oberirdische elektrische Spannungen, atmosphärische Veränderungen, und was dergleichen noch mehr ist, sind hierfür ins Feld geführt worden. Die von Alexander von Humboldt aufgestellte Theorie, die Erdbeben seien der Effekt der Reaktion eines flüssigen Erdkernes gegen die feste Erdrinde, war aber die maßgebende geworden seit Anbeginn des 19. Jahrhunderts, und es hat sich dieselbe bis in unsere Tage hinein gehalten. Für gewisse mit vulkanischen Ausbrüchen im Zusammenhange stehende Erderschütterungen kann man die Humboldtsche Ansicht allerdings noch gelten lassen, und dafür mag sie noch zutreffend und richtig sein, die Beobachtungen und die Untersuchungen jedoch, welche die neuere Wissenschaft bezüglich der Erdbebenerscheinungen gezeitigt hat, zeigt uns, daß diese letzteren aus sehr verschiedenen Ursachen entstehen können. Nichtsdestoweniger sind auch in den letzten Jahrzehnten wiederum Theorien ersonnen worden, die für alle Formen und Arten von Erderschütterungen eine und dieselbe Entstehungsursache annehmen wollen. Dahin gehören in allererster Linie die Erklärungsversuche von Otto Volger und von Rudolf Falb. Der erstgenannte Forscher kehrt zur alten, schon von Anaximenes vertretenen Einsturztheorie zurück, wenn auch selbstverständlich nicht im vollen Sinne dieser Ansicht. „Bilden sich," so sagt dieser Geologe in seinem uns schon bekannten „Erde

und Ewigkeit" betitelten Buche, „durch Auszehrung löslicher Schichten Hohlräume unter dem Grunde der Thäler, so wird das überlagernde Gebirge durch die Spannung, mit welcher es auf die zur Seite des unterhöhlten Bezirkes liegenden Massen sich aufstützt, getragen, bis daß endlich die Spannung der Ausdehnung des Hohlraumes nicht mehr gewachsen ist. Nunmehr erfolgt eine plötzliche Senkung, entweder ein Zusammenrutschen, bei muldenförmiger Lagerung, oder ein stoßweises Niederrucken der unterhöhlten Decke. Diese Bewegung bildet an der Oberfläche der Erde das Erdbeben. Dumpfes Knallen, Krachen oder Donnern, nicht selten auch wildes Gepolter, wie bei einem Bergsturze, dringt aus dem Boden herauf." Daß derartige auf Auslaugung von Gesteinsschichten im Erdinneren beruhende Zusammenstürze und damit in Verbindung Erdbeben möglich und bekannt sind, das haben wir schon im 1. Bande dieses Buches, im 2. Abschnitte, Kapitel 10, Seite 241—242 kennen gelernt. Aber eine verallgemeinerte Anwendung dieser Volgerschen Theorie auf sämtliche Erdbeben unserer Erde ist weder zulässig noch angängig. Anders Rudolf Falbs Ansicht. Für diesen Gelehrten sind unsere Erderschütterungen einzig und allein zurückzuführen auf unterirdische vulkanische Ausbrüche, hervorgerufen durch die Abkühlungsthätigkeit des Erdinneren und befördert durch die Anziehung von Sonne und Mond, wie denn auch die gesamten Erscheinungen des Vulkanismus nach ihm in Verbindung stehen mit diesem Umstand. Wir wollen hier nicht näher auf die Anschauungen eines Mannes eingehen, dessen Bild, um mit dem Dichter zu reden „verzerrt ist von der Parteien Haß und

Gunst", und die manches Goldkörnlein enthalten und an geistreichen Auseinandersetzungen nicht arm sind. Jeder unparteiische Geologe kann sich aber, wenn er ein Urteil über die von Falb aufgestellten Behauptungen abgeben soll, nicht enthalten, ungefähr dasselbe zu sagen und zu schreiben, was betreffs dieser Theorien der österreichische Professor Franz Toula in folgende Worte gekleidet hat: „Mit großer Kühnheit und mit viel Geschick über Fragliches und Hypothetisches, über gänzlich Unbekanntes hinweggehend, oder es gar wohl als feststehend, für ‚jeden denkenden Naturforscher' als erkannt und bewiesen, mit als Grundlage für die Ausführung benutzend, wird der Gedankengang von Falb ausgebaut und mit einer Sicherheit hingestellt, welche geradezu verblüffend wirken könnte." Und auf viele Menschen haben die Ausführungen Falbs auch verblüffend gewirkt, das ist leider eine Thatsache. Wie sagt doch in seinem Narrenschiff Sebastian Brant? „Die wellt die will betrogen syn."

Wenn wir nun im Verlaufe der letztvergangenen zwanzig Jahre in der Frage nach den Entstehungsursachen der Erdbeben etwas weiter gekommen sind, so verdankt die geologische Wissenschaft dies in allererster Linie dem Grazer Professor Dr. Rudolf Hörnes, der in seinem schönen und inhaltreichen Aufsatze: „Erdbebenstudien", den Grund zu einer neuen und sich auf mannigfaltige beweisende Thatsachen stützenden Anschauung gelegt hat. Hörnes kommt zu folgendem Schlusse: „Erderschütterungen werden durch verschiedene Ursachen erzeugt, sowohl (obgleich selten) durch Einsturz unterirdischer Höhlen, als auch (obschon nur lokal) durch vulkanische Kraft. Die

häufigsten und großartigsten Erdbeben aber sind unmittelbar Folgewirkungen der Gebirgsbildung.“ Die beiden ersten Kategorien von Erdbeben haben wir schon im ersten Bande dieses Werkes kennen gelernt, wir haben von den Erdstößen gehört, welche fast immer die Begleiter vulkanischer Eruptionen sind, und wir haben gesehen, wie die auslaugende Kraft der innerhalb unserer festen Erdrinde zirkulierenden Gewässer große Hohlräume im Felsgerüst unseres Planeten zu schaffen mag, deren hangende Schichten dadurch in Bewegung gesetzt werden und die Veranlassung von Einsturzbeben sind. (Siehe Band 1, Kapitel 4 und 10.) Neben diesen beiden Ursachen für die Erderschütterungen kennen wir also noch eine dritte, die, wie wir von Hörnes soeben gelernt haben, auf den Vorgang der Gebirgsbildung zurückzuführen ist. Es sind dies die sogenannten tektonischen oder auch Dislokationserdbeben. Dieselben entstehen durch die Bewegung der Falten werfenden und in einzelne Schollen zerbrechenden, zerreißenden und sich verschiebenden Erdrinde. „Die Bildung neuer, oder die Erweiterung schon bestehender Spalten“, sagt der genannte Forscher, „plötzliche Störungen der Lagerungsverhältnisse sind die nächsten Ursachen dieser Beben, die ihrerseits wieder einen Beleg für die Annahme darbieten, daß die gewöhnlich als fest betrachtete Erdrinde einem fast beständigen Bersten, Falten und Verschieben unterworfen ist. Hieraus erklärt sich auch, weshalb gebirgige Gegenden, und zwar vor allem die Ketten- oder Faltengebirge, sowie die Bruchränder, welche Kontinentalmassen und Senkungsgebiete umgeben, so häufig der Schauplatz ausgedehnter Erdbeben sind, während Areale mit unge-

störter Schichtung, wie das norddeutsche Tiefland, Rußland u. a. höchst selten von Erdbeben heimgesucht werden." Wenn bei einem Erdbeben die Erschütterungen der Hauptrichtung, der Streichlinie eines Gebirges entlang laufen, so bezeichnen wir dieselben als longitudinales Erdbeben, stehen sie jedoch normal auf der Längsrichtung des Gebirges, verlaufen sie quer durch dieses letztere, so nennen wir die Erderschütterungen transversale. Sowohl die longitudinalen als auch die transversalen Erdbeben sind lineare Erderschütterungen, weil sich dieselben zumeist nach einer bestimmten Richtung hin fortpflanzen. Im Gegensatze zu diesen letzteren stehen die peripherischen und die radialen Erdbeben, deren Erschütterungsgebiet auf peripherischen Bruchlinien liegt und die besonders auf die die Gebirge umgebenden Depressionslinien beschränkt sind. Sehr oft verquicken sich übrigens verschiedene Arten der Erderschütterung miteinander, was leicht erklärlich ist, wenn man, wie Hörnes will, annimmt, daß eine bewegte Scholle der Erdrinde anderen Schollen diese Bewegung mitteilt, und daß dann diese Bewegung sich hauptsächlich durch Erdschütterungen auf den Bruchrändern kundgiebt. Diejenigen Gebiete, an welche die tektonischen Erdbeben mit Vorliebe gebunden sind, nennen wir Schüttergebiete, und die Richtungen, längs welcher longitudinale oder transversale Erdbeben sich fortpflanzen, Stoß- oder Schütterlinien.

Die zu einem Erdbeben gehörigen Erscheinungen sind nun in erster Linie Erdstöße und Erderschütterungen selbst, die sich nur ein einziges Mal äußern können, ein übrigens nur selten vorkommender Fall, oder die in noch kürzeren oder längeren Zwischenpausen zur Wiederholung

gelangen. Aber es genügt bisweilen eines einzigen Stoßes allein, um unsägliche Verwüstung anzurichten. Das hat das allbekannte schreckliche Erdbeben gezeigt, welches am 1. November 1755 die portugiesische Hauptstadt heimgesucht und auch größtenteils zerstört hat. Nicht minder furchtbar war die Verheerung, welche am 5. Februar 1783 das fruchtbare Calabrien traf und mehr als 20,000 Menschen unter den Trümmern ihrer Wohnungen begrub. Das damalige Erdbeben hat zwar im ganzen an 4 Jahre lang angedauert, und im ersten Jahre allein sollen gegen 949 Stöße erfolgt sein, wie aus den Aufzeichnungen des Physikers Pignatoro hervorgeht, der in der dortigen Gegend lebte, aber der verderblichste und schrecklichste war eben der erste Erdstoß selbst, welcher am genannten Tage mittags gegen $^1/_2$1 Uhr die blühende Provinz Süditaliens getroffen hat. Innerhalb 2 Minuten war die Hauptsache geschehen. Das Erdbeben, das im Juli 1883 auf der Insel Ischia bei Neapel stattgefunden hat, kann ebenfalls nur einen einzigen stärkeren Erdstoß aufweisen. Die Verwüstungen aber, welche dasselbe anrichtete und wovon meinen Lesern, Figur 11, einen Teil des hart davon betroffenen Städtchens Casamicciola darstellend, einen Begriff geben soll, sind noch in unser aller frischesten Erinnerung. Ein gutes Beispiel für ein länger andauerndes und durch eine größere Anzahl von Erdstößen bewirktes Erdbeben ist dasjenige, welches vor nunmehr 12 Jahren, am 9. November 1880, die kroatische Stadt Agram heimsuchte. „Die Stadt," sagt Toula, „hüllte sich nach dem ersten Stoße, der von einem donnerähnlichen Getöse begleitet war, in eine Staubwolke, zahlreiche Häuser stürzten

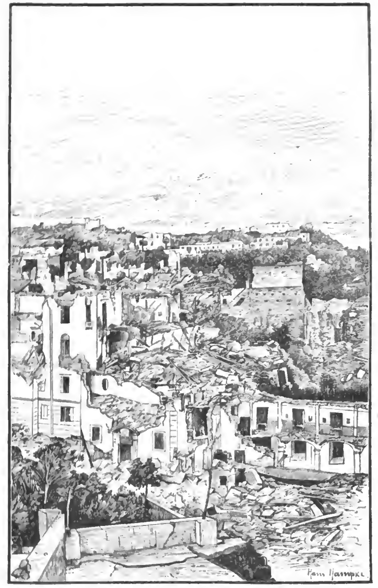


Fig. 11. Casamicciola auf Ischia nach dem Erdbeben im Juli 1883. Nach einer Photographie von Sommer in Neapel.

zum Teil ein oder wurden dem Einsturz nahe gebracht. Vor allem waren es die Giebelmauern und Schornsteine, welche zerstört wurden; nahezu 2000 Häuser wurden so mehr oder weniger beschädigt. Panischer Schrecken bemächtigte sich der Bewohner der schönen Hauptstadt Kroatiens, tausende von Menschen verließen die Stadt. Sehr arg, ja im Verhältnis noch viel ärger, als in der Stadt, sah es in den Dörfern und Märkten, sowie in den zahlreichen Edelsitzen und Schlössern im Agramer Gebirge aus. Jeder neue Tag brachte neue, bald leichtere, bald stärkere, freilich aber immer nur schwächere Erschütterungen im Vergleiche mit dem ersten Stoße, so daß die armen Menschen gar nicht zur Ruhe kommen konnten. Eine nicht zu beschreibende Angst hatte sich der Agramer Bevölkerung bemächtigt, die noch vermehrt wurde, als es hieß, nahe bei der Stadt, bei Resnik an der Save, habe sich auf einer langen Spalte ein Vulkan zu bilden begonnen. Man verwechselte mechanisch hervorgepreßten Schlamm mit vulkanischen Erscheinungen — ja, um zu beruhigen, wurde die Parole ausgegeben, das sei eben das Gute, damit sei ja das bekannte Sicherheitsventil geöffnet und somit die Gefahr beendet. Ein anderer vielgenannter Publizist verkündete mit voller Sicherheit, der Schlot von Agram habe sich bereits geöffnet, und aus diesem Grunde könne von einem stärkeren Stoße keine Rede mehr sein. Nichtsdestoweniger war auch 10 Tage nach dem Ereignisse die ganze Stadt noch in größter Aufregung."

In zweierlei Form äußert sich die Erderschütterung. Einmal pflanzt sich der Stoßpunkt einer langgestreckten

Fläche entlang fort, er wandert also. Dieser Modus findet sich selbstverständlicherweise bei den linearen Erdbeben. Es kann aber der Stoß auch an einer beschränkten Stelle erfolgen, und die dadurch hervorgerufenen Erdbebenwellen werden sich um den Stoßpunkt herum in konzentrischer Weise fortsetzen, ähnlich wie man es beobachten kann, wenn man eine Wasserfläche durch einen hineingeworfenen Stein erschüttert. Der Stoß breitet sich also im letzteren Falle radial aus, und man nennt denn auch diejenigen Erderschütterungen, bei welchen die unterirdischen Gewalten sich auf die letzterwähnte Art äußern, radiale oder auch centrale Erdbeben.

Am 6. März des Jahres 1872 verspürte man in Mitteldeutschland ein verhältnismäßig schwaches Erdbeben von centraler Natur, das aber von seiten des damaligen Lehrers der Geologie an der Hochschule zu Göttingen, K. von Seebach, der Gegenstand eines genauen Studiums geworden ist. Derselbe hat hierbei auf Grund einer auf exakter Zeitbestimmung beruhenden Methode den Versuch gemacht, die Tiefe, in welcher der Stoß erfolgte, den sogenannten Erdbebenherd, sowie den Mittelpunkt des Erdbebenkreises an der Erdoberfläche, das Epicentrum, ferner die wahre Geschwindigkeit, womit die Erdbebenwellen, die wellenförmigen Schwingungen, in welche der Stoß die Erdrinde im Erschütterungskreis versetzte, sich fortpflanzten, und auch den Zeitpunkt des ersten Stoßes selbst zu bestimmen. Die Methode des leider zu früh dahingeschiedenen Forschers leidet jedoch an einem Hauptfehler, insofern als er dabei von der Voraussetzung ausgeht, die Ausbreitung des Stoßes sei gleich, trotz der ungleichen Gesteinsbeschaffen-

heit in den verschiedenen Teilen des Erschütterungskreises. Dies ist aber nicht der Fall. Der Engländer Mallet hat nämlich zuerst Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten von Stoßwellen, die in verschiedenen Gesteinsarten durch Pulverexplosionen hervorgebracht wurden, angestellt, und fand folgende Werte für die Sekunde:

In nassem Sande war die Geschwindigkeit	= 251,5	Meter
„ zerklüftetem Granit	= 398	„
„ festerem Granit	= 507,05	„
„ starkgefaltetem Schiefer	= 331,5	„

Verdreifachte man aber die Pulverladung und somit die Gewalt des Stoßes, so ergab sich, daß für die letztgenannte Gesteinsart die Geschwindigkeit auf 412 Meter anwuchs. Übrigens gingen bei diesen Versuchen fast $^7/_8$ der theoretisch berechneten Geschwindigkeit verloren, und zwar wegen Ungleichmäßigkeit des Materials und ungleicher Raumerfüllung. Ähnliche Experimente sind später dann auch von dem verstorbenen Professor Pfaff in Erlangen ausgeführt worden, der für die Sekunde erhielt:

in granitischem Gestein	539,2	Meter Geschwindigkeit
„ Kalksteinen	546,7	„ „
„ Thonschiefern	736,7	„ „

Seinen Berechnungen legte Pfaff die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in der Luft (332,6 Meter in der Sekunde) zu Grunde. Der amerikanische General H. L. Abbot hat diese Frage ebenfalls zum Gegenstande seiner Untersuchungen gemacht, und zwar bei Anlaß der berühmten Felsensprengungen, welche die Regierung der Vereinigten

Staaten bei Hallets Point in der Nähe New Yorks im Jahre 1876 mittelst 50000 Pfund Dynamit ausführen ließ. Die Ergebnisse Abbots lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Je heftiger der erste Stoß ist, um so größer ist auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erschütterungswellen.
2. Die Geschwindigkeit dieser letzteren nimmt ab, je weiter die Welle vorrückt.
3. Die Bewegungen der Oberfläche der Erdkruste sind komplizierte und bestehen aus vielen Wellen, die an Amplitude, d. i. an Schwingungsweite erst zu-, dann aber abnehmen.

Wenn auch die von Abbot gewonnenen Resultate wesentlich abweichen von den von Mallet gefundenen, so steht doch jedenfalls fest, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen abhängt von der Beschaffenheit der fortpflanzenden Masse, was aus den Ergebnissen der Erdbebenbeschreibungen recht klar hervorgeht, wie Toula bemerkt. Mallet selbst versuchte das Centrum, das Epicentrum und den Emersionswinkel der Wellenbewegung, d. h. denjenigen Winkel, unter welchem diese an einem Orte den Horizont schneidet, für dasjenige Erdbeben zu bestimmen, welches am 16. Dezember 1857 das neapolitanische Gebiet heimgesucht hat. Als Grundlage für seine Berechnungen und Untersuchungen benutzte derselbe die durch die Erderschütterung in den Gebäuden entstandenen Risse und Spalten, ferner die Richtung der umgestürzten und fortgeschleuderten Gegenstände. Aber auch die Malletsche Methode, die übrigens nur bei stärkeren Erderschütterungen

anzuwenden ist, geht aus von der irrigen Annahme, daß die Erde überall eine gleichartige Masse sei und hat aus diesem Grunde ebensowenig Anspruch auf Genauigkeit wie die vorerwähnte, von Karl von Seebach angewandte. Erwähnt mag hier werden, daß nach den Berechnungen dieses letztgenannten Forschers der Herd des mitteldeutschen Erdbebens vom Jahre 1872 etwa 18 Kilometer tief unter der Erdoberfläche gelegen haben muß, während die Untersuchungen Mallets ergaben, daß der Ursprungsort des neapolitanischen Erdbebens von 1857 in einer Tiefe von nur 11,8 Kilometer sich befand, also in verhältnismäßig sehr geringen Entfernungen von der Erdoberfläche. „Alle Versuche," sagt J. Roth, „aus den Stoßstärken, Stoßrichtungen und Zeitbestimmungen auf Tiefe, Lage und Form des Herdes und auf den Zeitpunkt des ersten Anstoßes zu schließen, erscheinen bis jetzt sehr wenig genügend. Bei der Zeitbestimmung handelt es sich um Bruchteile von Sekunden, und die meisten Zeitbestimmungen sind nicht auf Minuten genau. Genaue Uhren müssen als das erste Erfordernis der künftigen Erdbebenstationen bezeichnet werden."

Interessant ist der Umstand, daß eine Erderschütterung an nahe beisammen belegenen Punkten oftmals höchst verschieden wirkt, wie denn, wie J. Roth betont, der Einfluß der geologischen Beschaffenheit, des geologischen Baues und des Oberflächenreliefs auf Verbreitung und Stärke eines Erdstoßes noch nicht hinreichend aufgeklärt ist. So hat man gefunden, daß in der Tiefe eines Schachtes arbeitende Bergleute nichts von einem Erdbeben merkten, das an der Oberfläche deutlich verspürt

wurde, und auch der umgekehrte Fall ist bekannt. Meist wird eine Erderschütterung an hochliegenden Punkten stärker wahrgenommen, als im Thal. In den massigen Felsarten sollen sich die Erdbebenwellen am regelmäßigsten fortpflanzen, vollends, wenn dieselben von Spalten und von Verwerfungen frei sind, und in den Sedimentärgesteinen laufen diese ersteren leichter den Schichtungsflächen entlang, als quer durch dieselben. Ganz besonders gefährlich ist ein auf festem Gestein ruhender, nur wenig mächtiger Untergrund von Schutt, Gerölle und Sand, während eine starke Ablagerung aus derartigen Gebilden, ähnlich wie solche Norddeutschland zum großen Teile bedeckt, die Bewegung hindert und dieselbe nur in seltenen Fällen bis an die Erdoberfläche gelangen läßt. „Vielleicht," sagt J. Roth, „liegt der Grund in den nur schwachen Bewegungen, welche hier die Unterlage erfährt."

Die Dauer der Erderschütterung ist im allgemeinen in betreff eines jeden Stoßes eine sehr kurze und kann sich auf wenige Minuten beschränken und trotzdem die verheerendsten Wirkungen ausüben. Daß sich die Erdstöße aber oft lange Zeiten hindurch in großer Anzahl wiederholen können, das haben wir schon weiter oben gesehen. Übrigens kommen alle Grade von Bodenerschütterungen vor, „vom schwächsten Erzittern, welches nur durch die feinsten Mikroseismometer registriert wird, bis zu der heftigsten Bewegung, welche außerordentlich zerstörend wirkt, Städte verwüstet, Berge zum Einsturz und das Meer zu der heftigsten Wellenbewegung veranlaßt" (Hörnes). Die von der schweizerischen Eidgenossenschaft eingesetzte Erdbebenkommission hat eine Skala von 10 In-

tensitätsgraden der Bodenerschütterungen aufgestellt, deren gelindeste Form sich nur von einem geübten Beobachter vermittelst sehr feiner Instrumente nachweisen läßt, während der 10. Grad der Skala die Bezeichnung trägt: großes Unglück, Ruinen, Umsturz von Erdschichten, Entstehen von Spalten in der Erdrinde, Bergstürze.

Was nun die Art der Bodenbewegung anbetrifft, so lassen sich nach dem Gefühl und sodann nach den mechanischen Wirkungen derselben drei Hauptarten unterscheiden, nämlich einmal Stöße, welche in vertikaler Richtung von unten nach oben erfolgen, die succussorische Bewegung, sodann solchen succussorischen Erderschütterungen ähnliche, nicht aber in vertikaler Richtung, sondern seitlich erfolgende, schließlich wellenförmige Bewegung des Bodens, die sogenannten undulatorischen Erderschütterungen. Die succussorischen Bewegungen bei einem Erdbeben bringen manchmal äußerst heftige Erscheinungen hervor, „sie schleudern," wie Hörnes sagt, „Häuser aus ihren Grundfesten, eingerammte Pfähle aus dem Boden und machen Felsblöcke auf und nieder springen." Beim calabrischen Erdbeben vom Jahre 1783 hüpften infolge solcher succussorischer Stöße die Berggipfel auf und ab, breite Bergrücken waren zu schmalen Kämmen geworden, der Schutt staute Seen in den Thälern, die Gebäude waren zerstört, viele Häuser wurden samt den Fundamenten in die Höhe geschnellt, und die Pflastersteine flogen wie Geschosse in die Luft. Beim Erdbeben von Riobamba im Jahre 1797 wurden Leichen aus ihren Gräbern in die Lüfte geschleudert und Menschen zu Hunderten in die Höhe geworfen, welche dann tot auf einen hohen Hügel

jenseits eines Flusses niederfielen. Ähnliches geschah bei dem verheerenden Erdbeben, das am 7. Juni 1692 die blühende Insel Jamaica in wenigen Minuten verwüstete, zu Port-Royal. Auch hier flogen infolge des Stoßes auf dem Marktplatze der Stadt sich ergehende Menschen in die Lüfte und gerieten in den Hafen, wo sie auf das Wasser fallend sich aber retten konnten.

Die undulatorischen Erdbeben versetzen die Erdoberfläche in eine wellenförmig wogende Bewegnng, da dieselben eine abwechselnde Hebung und Senkung dieser letzteren verursachen. Es soll dieses Auf- und Niederwogen der Erde bisweilen sogar so stark werden, daß dasselbe für das Auge direkt wahrnehmbar wird und einen ähnlichen Eindruck beim Menschen hervorbringt, wie die unruhige See. „Die Wirkungen heftiger undulatorischer Bewegungen stehen jenen der succussorischen Stöße nicht nach. 1783 neigten sich in Calabrien die Bäume so stark, daß Äste am Boden anschlugen und abbrachen. An langen Baumreihen konnte man das Fortschreiten der Welle von weitem sehen. 1811 schwankten in Missouri die Wälder wie Kornfelder im Sturmwind, und 1870 kam der Boden bei Battang in China in schwankende Bewegungen, erst wie ein ruhiges, dann wie ein vom Sturm gepeitschtes Meer.“ (Hörnes.)

Zu diesen succussorischen und undulatorischen Bewegungen bei Erdbeben tritt scheinbar noch eine dritte Form der Erschütterung hinzu, die man lange für die in ihren Wirkungen verderblichste gehalten hat, nämlich die rotatorische, d. h. die wirbelnde, kreisende oder drehende Bewegungsart, der moto verticoso der Bewohner Neapels.

In der Beschreibung seiner mit dem Beagle ausgeführten Reise hat sich schon der große englische Naturforscher Charles Darwin gegen die Möglichkeit einer solchen wirbelnden Bewegungsform ausgesprochen, und später wurde von Mallet in seinem schönen Werke über die Dynamik der Erdbeben gezeigt, daß jene eigentümlichen gegenseitigen Verdrehungen von Steinen, welche in Obelisken und Pfeilern übereinander liegen, und die man als entscheidende Beweise für eine derartige Bewegung zu betrachten pflegte, auch durch eine fortschreitende geradlinige Bewegung erklärt werden können. Eines der wichtigsten Argumente für die rotatorische Erdbebenbewegung war folgendes: Beim calabrischen Erdbeben waren in der Stadt Stefano del Bosco zwei vor dem Kloster des heiligen Bruno stehende vierseitige Obelisken dergestalt zerstört, daß die Piedestale unverrückt blieben, die oberen Steine jedoch gegen die unteren um ihre Achse verdreht wurden, jedoch gleichfalls liegen geblieben waren, wie dies die nebenstehende Abbildung, Figur 12,



Fig. 12. Obelisk vor dem Kloster des heil. Bruno zu Stefano del Bosco bei Milet.

zeigt. Man kann, wie J. Roth bemerkt, mit aufeinander gelegten Brettsteinen durch schräg auf die Unterlage von unten nach oben gerichtete Stöße eine solche Drehung leicht hervorrufen. Ähnliche Erscheinungen ließ das Agramer Erdbeben vom Jahre 1880 übrigens ebenfalls erkennen, und zwar an einem etwa 30 Meter hohen, kreisförmigen

Schornsteine einer Dampfmühle. Derselbe war in seinen unteren und seinen alleroberſten Teilen unversehrt geblieben, zeigte aber zunächst dem oberen Ende viele Spalten und Teile des Mauerwerkes, welche derartig hervorgetreten waren, als ob versucht worden wäre, den oberen Teil des Schornsteins zu drehen.

Um von jedem fremden, auf das persönliche Gefühl des Beobachters zurückzuführenden und störenden Einfluß und anderen Zufälligkeiten gänzlich unabhängige Resultate bezüglich der Eintrittszeit, der Richtung, Stärke und Dauer eines Erdbebenstoßes zu erhalten, hat man eine Anzahl von Instrumenten erdacht, welche man Seismographen oder auch Seismometer nennt, Apparate von sehr verschiedener Form und Konstruktion, so Pendel, deren unteres Ende beim Stoß Bewegungsspuren im Sande hinterläßt, Sekundenuhren, deren aus der Gleichgewichtslage gebrachter Pendel durch das Erdbeben anfängt zu schwingen, mit Quecksilber gefüllte Gefäße, welche ringsherum mit Öffnungen versehen sind, woraus bei geneigter Stellung das Quecksilber in unterstehende Schüsseln abfließt u. s. f. „Man kann aussprechen," sagt J. Roth bezüglich der Brauchbarkeit des Seismometer im allgemeinen: „die roheren Instrumente genügen nicht, die sehr feinen sind sehr teuer und bedürfen der Überwachung, es fehlt an allgemein einführbaren, billigen und dabei sicheren und genauen Apparaten."

In schönen und beredten Worten hat Alexander von Humboldt den unaussprechlich tiefen und ganz eigentümlichen Eindruck geschildert, „welchen das erste Erdbeben, das wir empfinden, in uns zurückläßt. Was uns so

wundersam ergreift, ist die Enttäuschung von dem angeborenen Glauben an die Ruhe und Unbeweglichkeit des Starren, der festen Erdschichten. Alle Zeugnisse unserer Sinne haben den Glauben an die Unbeweglichkeit des Bodens, auf dem wir stehen, befestigt. Wenn nun urplötzlich der Boden erbebt, so tritt geheimnisvoll eine unbekannte Naturmacht als das Starre bewegend, als etwas Handelndes auf. Ein Augenblick vernichtet die Illusion des ganzen früheren Lebens. Das Erdbeben stellt sich als etwas Allgegenwärtiges, Unbegrenztes dar. Von einem thätigen Ausbruchkrater, von einem auf unsere Wohnung gerichteten Lavastrom kann man sich entfernen, bei dem Erdbeben glaubt man sich überall, wohin auch die Flucht gerichtet sei, über dem Herd des Verderbens." Und an einer anderen Stelle seines Kosmos, dem wir auch die oben erwähnten Worte entnommen haben, berichtet uns der große Naturforscher von der Wirkung der Erdbebenstöße auf die Tiere. „Die Krokodile im Orinoko," so sagt er, „sonst so stumm, als unsere kleinen Eidechsen, verlassen den erschütterten Boden des Flusses und laufen brüllend dem Walde zu."

Hier mag auch der Inhalt eines Briefes Platz finden, den ein Seminarist des Schullehrerseminars zu Waldenburg im Sachsenlande an einen Bekannten richtete, und worin derselbe den panischen Schrecken beschreibt, den das mitteldeutsche, an und für sich nur schwache Erdbeben vom 6. März 1872 in der besagten Lehranstalt verursacht hat. Das Leipziger Tageblatt hat denselben seiner Zeit abgedruckt, und auch von Karl von Seebach wurde dieses naive Schriftstück in seiner schönen Darlegung über die

besagte Erderschütterung mitaufgenommen. Dasselbe ist voll von unfreiwilligem Humor und verdient die weiteste Verbreitung. Der Seminarist von damals, der heute vielleicht in irgend einem Städtchen Sachsens seines schweren Amtes als würdiger Lehrer waltet, mag es mir darum großmütig verzeihen, wenn ich nicht unterlassen kann, dieses köstliche Schreiben meinen Lesern hiermit vorzuführen.

„Mich hat," so beginnt der Briefsteller, „ein großes Ereignis des heutigen Tages bestimmt, eben jetzt an Sie zu schreiben. Sie können sich wohl leicht denken, daß jetzt bei uns das Examen begonnen hat, und zwar sind vom Samstag voriger Woche bis nächsten Donnerstag die Examina der Wahlfähigkeitskandidaten. Weil der behandelte Stoff nicht besonders interessant war, so versanken bei dem warmen Wetter und der schwülen Luft im Zimmer viele Zuhörer in Schlaf. Andere lasen ein Drama und suchten sich dadurch die Langweile zu vertreiben. Es nahte sich die Vesperzeit. Herr Oberlehrer M. examinierte eben über Grammatik der deutschen Sprache. Da begann mit einem Male die Decke zu beben. Es donnerte über uns, als bräche das Dach zusammen. Unser Aufenthalt war im Oberstockwerke des Neubaues und der erste Gedanke war daher, das Gebäude stürzt ein. Die Folge davon war, daß alle, Lehrer wie Schüler, in wilde Flucht gerieten. Da alle zugleich das Freie suchten, war die Thür zu eng. Im Gedränge kamen viele zum Fallen, selbst zwei Oberlehrer, und es wundert mich nur, daß niemand verunglückt ist. Dies war jedoch nicht der einzige Gedanke, der vielen Schrecken einjagte. Etliche glaubten, das Ende der Welt (!!) sei da und blieben daher ruhig,

die Hände zum Gebet gefaltet, stehen. Viele kamen aber auch auf den richtigen Gedanken: es ist ein Erdbeben. Besonders wurde ich dadurch erschreckt, daß ich die ganze Masse mehr auf allen Vieren zur Thüre hinaus sich wälzen sah. Einer öffnete sogar in der Todesangst das Fenster, stieg hinaus, kletterte auf dem nicht einmal einen Fuß breiten Sims an der äußeren Seite des Hauses hin bis zum Blitzableiter und glitt an demselben etwa 20 Ellen hoch herunter. Als wir ins Freie kamen, merkten wir nichts vom Einsturz. Es war ein Erdstoß gewesen. Das Ganze hatte einen tiefen Eindruck auf mich gemacht, und jedesmal, wenn ich daran denke, wird es mir unheimlich, und das Wasser läuft mir aus den Augen."

Das von einem Erdbeben in Mitleidenschaft gezogene Areal unseres Planeten kann nun zuweilen ein nur sehr geringes, manchmal aber auch ein sehr gewaltiges sein. Das große Erdbeben von Lissabon am 1. November 1785 soll ein etwa den 13. Teil der ganzen Erdoberfläche einnehmendes Gebiet, also ungefähr drei Millionen Quadratkilometer umfaßt haben. Erdstöße konnten dabei westlich bis auf Madeira, südlich bis Mogador in Marokko, nördlich bis Schottland und östlich bis Teplitz in Böhmen wahrgenommen werden. Die Erderschütterung im Mittelmeergebiet, welche am 24. Juni 1870 eintrat, machte sich nach den Berechnungen von J. Schmidt in einem etwa 8300 Quadratmeilen großen Teil der Erde bemerkbar, während, um ein Beispiel für den ersten Fall hier anzuführen, das Erdbeben, das im Jahre 1879 die Bewohner von Linthal im Kanton Glarus förmlich aus ihren Betten heraus-

warf, nur in der nächsten Umgebung des direkt erschütterten Gebietes verspürt worden ist.

Man hat vielfach die Behauptung aufgestellt, die Erdbeben fänden häufiger zur Nachtzeit als bei Tage statt, und hat diese Ansicht auf statistisches Material gegründet. Aus einer Zusammenstellung der Erderschütterungen, welche in dem von den Jahren 1821—1830 eingenommenen Zeitraume bemerkt worden sind, geht, wenn man Rücksicht nimmt auf die Tageszeit, während welcher die Erscheinungen eintraten, hervor, daß von 234 Fällen 131 auf die Morgenstunden, 103 dagegen auf die Abendstunden kommen. Der bekannte Vulkanologe Fuchs erklärt diesen Umstand, wie uns scheinen will, auf sehr logische Weise dadurch, daß in dem Geräusch und Lärm des Tages die leisen Schwankungen des Bodens der Beobachtung entgehen. Daß dagegen die Jahreszeiten auf das Vorkommen der Erdbeben einen gewissen Einfluß ausüben, das dürfte außer allem Zweifel sein. Wir verdanken der fleißigen Arbeit des Dr. K. Kluge, der sich mit der Statistik der Erderschütterungen des Näheren abgegeben hat, wesentliche Förderung in dieser Frage. In den Jahren 1850—1857 entfielen nach dem Genannten:

	von April bis September	von Oktober bis März
auf die nördliche Erdhalbkugel:	862	948
auf die südliche Erdhalkugel:	330	337

Erdbebentage. Aus diesen Thatsachen darf man mit Recht schließen, daß die Zahl der Erdbeben in der Herbst- und Winterszeit, also in der Zeit der Sonnennähe um ein geringes größer ist, als in der Zeit der Sonnenferne, im Frühjahr und im Sommer. Es dürfte ferner noch

die Stellung des Mondes einwirken auf die Erdbebenthätigkeit unseres Planeten, zumal Perrey der Nachweis gelungen ist, daß von 6596 Erderschütterungen, welche auf die Jahre 1751 bis 1800 sich verteilen, 3435 auf die Zeit der Syzygien, also auf Voll- und Neumond, dagegen nur 3161 auf diejenigen der Quadraturen, also auf das erste und das letzte Viertel unseres Trabanten entfallen. Perrey hat daraus geschlossen, daß Erdbeben häufiger um die Zeit der Syzygien entstehen, als um diejenige der Quadraturen, daß dieselben ferner öfter im Perigäum, das ist in der Zeit, während welcher der Mond der Erde näher steht, auftreten, als im Apogäum, das ist in derjenigen Periode, in welcher der Mond am weitesten von unserem Planeten entfernt ist, und daß schließlich die Stöße an denjenigen Stellen zahlreicher sind, wo der Mond sich gerade im Meridian befindet. Zu ähnlichen Resultaten kam der Astronom J. Schmidt in Athen, der noch des weiteren fand, daß die Häufigkeit der Erdbeben zur Zeit des Neumondes das eine, und zwei Tage nach dem ersten Viertel das zweite Maximum zeigt. „Prophezeiungen auf diese Sätze zu gründen," sagt Toula, „ist gewagt und unwissenschaftlich. Wer gedenkt dabei nicht der Schwierigkeit der Wetterprognosen und der Vorsicht, mit welcher dieselben von den berufensten Fachmännern ausgesprochen werden. Auf jeden Fall wäre es wünschenswert, daß in Zukunft die aus der bisherigen Erdbebenstatistik sich ergebenden Resultate etwas intensiver in Berücksichtigung gezogen würden. Es wäre auch gewiß nicht müßig, wenn die Konstellationen von Sonne und Mond und ihr Einfluß auf die Häufigkeit der Erdbeben durch

eine Reihe von Jahren eingehend fort und fort in Betracht gezogen würden. — Wie ein Tropfen mehr das volle Glas überfließend macht, ähnlich so ist es auch mit den Spannungen im Inneren unseres Planeten; diese bestehen, sind weit gediehen bis zum Bruche, und nun kommt noch das Bestreben der Anziehung von Sonne oder Mond oder beides hinzu, und die Auflösung erfolgt, „das Erdbeben wird reif", wie sich Peschel ausdrückt. Ja selbst zu der Annahme ist nur ein kurzer Schritt, daß die Krustenteile der auf sie einwirkenden Anziehung direkt bis zu einem gewissen Grade Folge leisten, daß sie einem Heben und Senken ausgesetzt sind, daß sie, wie Reyer etwas grell, aber im Grunde doch zutreffend sagt: „wandernde Wellen werfen."

Was nun die Anzahl der Erdbeben betrifft, so ist dieselbe eine viel beträchtlichere, als man zuerst glauben möchte. Für die Jahre 1850—1857 konnte der schon weiter oben genannte Dr. Kluge über 4600 Erderschütterungen feststellen, von denen 3818 auf die nördliche und 802 auf die südliche Halbkugel unseres Planeten kommen, und von den ersteren allein 1086 auf die Alpenkette. Die schweizerische Erdbebenkommission hat im Jahre 1881 an 166 Erderschütterungen einregistriert, davon 18 mit größerem Erschütterungsgebiete. „Wenn man Nachricht von dem täglichen Zustand der gesamten Erdoberfläche haben könnte," hat A. von Humboldt einmal gesagt, „so würde man sich sehr wahrscheinlich davon überzeugen, daß fast immerdar, an irgend einem Punkte, diese Oberfläche erbebt." Und das ist sicherlich wahr!

Neben den eigentlichen Erschütterungserscheinungen

treten bei einem Erdbeben oder zum Teil auch als Vorboten desselben eine Reihe anderer Phänomene auf, die wir hier noch kennen lernen wollen. So soll, wie wir das bei den vulkanischen Ausbrüchen ebenfalls schon gesehen haben, vor dem Eintritt der Katastrophe das Wasser der Quellen spärlicher fließen, sich trüben und zuweilen auch gänzlich versiegen. Dergleichen Beobachtungen sind beispielsweise während des Erdbebens von Lissabon gemacht und von vielen Seiten bestätigt worden. Der Mensch selbst ist, wie es scheint, bisweilen im stande, an seinem eigenen Körper ein bevorstehendes Erdbeben vorempfinden zu können. Ulloa berichtet uns nämlich, daß bei der Erderschütterung, die im Jahre 1755 die Westküste Südamerikas in besonders verheerender Weise heimgesucht hat, die meisten Menschen daselbst von Ohnmachten, Herzbeklemmungen, von Erbrechen und allgemeinem Übelsein befallen worden seien, und eine Stunde vorher wurden diese Erscheinungen so allgemein, daß ihr selbst die stärksten Leute zum Opfer fielen. Ob diese Erzählung nicht ins Reich der Fabel gehört, das wollen wir jedoch dahingestellt sein lassen. Dagegen steht fest, daß bei sehr vielen Erdbeben unterirdische Detonationen stattfinden, teils vor, teils nach, teils auch während der Erschütterung selbst, und zwar ein Getöse, das schon mit sehr verschiedenen Dingen verglichen worden ist, so bald mit dem Grollen des Donners, oder mit dem Rasseln von Ketten und dem Rollen eines beladenen Wagens. Dieser Lärm, der zuweilen sehr stark, zuweilen jedoch auch nur in geringem Maße wahrgenommen werden kann, ist übrigens, wie betont, nicht immer ein ständiger Begleiter der Erdbeben. Beim hef-

tigen Erdbeben von Riobamba am 4. Februar 1797, das A. von Humboldt eines der furchtbarsten Phänomene der physischen Geschichte unseres Erdkörpers genannt hat, und welches durch einen besonders starken Stoß eingeleitet worden ist, blieb jede Spur eines unterirdischen, die Erschütterung begleitenden Getöses aus.

Manchmal erzeugen die Bodenerschütterungen die Bildung von Spalten von teils geradlinigem, bald zickzackförmigem Verlaufe, und zwar solche von den verschiedensten Dimensionen. Man hat schon ganz schmale und nur kleine Risse, andererseits aber auch tiefe und weitgähnende Schlünde beobachten können, die dann alles verschlangen, was sich an dieser Stelle an der Erdoberfläche befand. Derartige Spaltenbildung erfolgte in besonders starkem Maßstabe bei Anlaß des schon öfter hier erwähnten calabrischen Erdbebens; so entstand unter anderem beim Städtchen Plaisano ein Erdriß, der fast eine Meile lang, 105 Fuß breit und 225 Fuß tief gewesen sein soll. Grundwasser tritt zuweilen aus den Spalten hervor, Sand und Schlamm werden dabei ausgeschleudert, und es ist schon vorgekommen, daß die aus der Erde hervorquellende Wassermenge eine so beträchtliche war, daß sich Seen bildeten, wenn kein hinreichender Abfluß dafür vorhanden war. Dies war während des Erdbebens in Calabrien der Fall; ein Abgrund öffnete sich, aus welchem Wasser hervorbrach und denselben nach und nach anfüllte, bis ein 1785 Fuß langes, 437 Fuß breites und 52 Fuß tiefes Wasserbecken entstanden war, der Lago di Tolfilo, dessen von Miasmen durchzogene Fluten den Bewohnern seiner Umgegend lange zu schaffen gemacht haben. Meist haben die durch

eine Erderschütterung hervorgerufenen Klüfte keine lange Beständigkeit, sondern schließen sich bald wieder, so besonders, wenn dieselben in weichem und lockerem Gesteine auftreten. Der eine Umstand kann dem anderen sogar auf dem Fuße folgen, wie das von J. Roth angezogene Beispiel vom Erdbeben in der Basilicata am 14. August 1851 zeigt; während desselben wurde eine Henne mit beiden Beinen in das Pflaster eingeklemmt, das sich erst geöffnet, dann wieder geschlossen hatte.

Nicht geringere Verheerungen, als plötzlich entstehende und Menschen und Häuser verschluckende Klüfte können bei Anlaß eines Erdbebens Fels- und Bergstürze anrichten, und die Erdbebenstatistik führt uns gar viele Beispiele von der furchtbaren Wirkung dieser von den Bergen sich loslösenden und in die Thäler herabrollenden Massen an. Bei stärkeren Erdbeben finden auch Niveauveränderungen gewisser Teile der Erdkruste statt, die plötzlich gehoben oder auch in die Tiefe gezogen werden. J. Roth erzählt, daß bei dem verheerenden Erdbeben, welches Indien am 16. Juni 1819 in Schrecken und Angst versetzt hat, östlich des Indus-Delta eine etwa 94 Quadratmeilen umfassende Fläche durch Senkung in eine Lagune umgewandelt worden ist. Das Dorf Sindree und das gleichnamige Fort der Engländer versank, ohne umgestürzt zu werden. In nördlicher Richtung von dem abgesunkenen Gebiete wurde der Boden auf eine lange Strecke hin gehoben und bildete den Ullah-Bund (Gottesdamm), so genannt zum Unterschied von den künstlich aufgeworfenen Dämmen, dessen später durch größere Wassermassen des Indus bewirkter Querschnitt Thonlager mit Muscheln zeigte. Durch den Druck

des absinkenden Gebietes war der lockere Boden also auch gepreßt worden. Beim chilenischen Erdbeben von 1822 und 1823 wurde die teilweise aus granitischen Gesteinen gebildete Küste um 3—4 Fuß gehoben, sank aber später zurück auf ihr früheres Niveau. Neben den vertikalen Verschiebungen des Erdbodens zeigen sich bisweilen auch horizontale. So berichtet uns der ehemalige englische Gesandte beim König von Neapel, Lord Hamilton, daß während des calabrischen Erdbebens in der Nähe des Städtchens Oppido ein mehrere Morgen großes, aus Eichen und Ölbäumen bestandenes Stück Land losgerissen und etwa $^{3}/_{4}$ Miglien weit fortgetragen worden ist, und zwar unbeschadet für das Wachstum der besagten Eichen und Ölbäume.

Auch Gase und Dämpfe sind während mancher Erderschütterungen dem gequälten Boden entströmt. Ja, auch Feuerphänomene will man dabei beobachtet haben, so u. a. bei einem Erdbeben in Algier. Man bemerkte Schwefelgeruch und 4—5 Meter hohe Flammen, die eine halbe Stunde lang anhielten. Ähnliches wird auch vom Erdbeben zu Lissabon erzählt. An der Mündung des Tajo bei Colares brachen helle Flammen hervor, denen von Kohlenfeuer nicht unähnlich. Und in den ersten Novembertagen stieg am Rande des Meeres eine dicke Rauchsäule auf die um so dicker wurde, je länger das unterirdische Getöse anhielt. Daß zuweilen während des Erdbebens an bewegten und erschütterten Stellen ein Aufleuchten und Aufblitzen erfolgte, das steht fest. Volger ist der Meinung, diese Erscheinungen seien auf die Reibung und das Zusammenschlagen der Felsstücke zurückzuführen, wie dies

in ähnlicher Weise ja bei Anlaß von Berg- und Felsstürzen sich zeigt und mehrfach gesehen worden ist.

Manche Besonderheiten zeigt die Wirkung eines Erdbebens auf das Meer. Findet die Erschütterung auf hoher See statt, so fühlen die Schiffer einen kräftigen Stoß, so daß dieselben häufig glaubten, auf einen Felsen aufgefahren zu sein. Wenn dagegen der Erdstoß in einer Küstengegend eintritt, so entsteht, wie Hörnes treffend sagt, durch den Stoß der festen Küste gegen die Wassermasse eine ähnliche Bewegung, wie wenn man an den Rand einer mit Wasser gefüllten Schüssel stößt. Dann erfolgt eine mächtige Wellenbewegung, deren Wogen über die Fluten der Ozeane hin sich bis zu den entferntesten Küsten fortpflanzen und an denselben, ähnlich wie bei den Gezeiten, ein Fallen und Steigen des Wasserspiegels verursachen. Bei diesen Erdbebenfluten beobachtet man in der Regel an der vom Erdstoße betroffenen Küste ein Emporheben des Meeres gleichzeitig mit oder unmittelbar nach dem Stoße. Das Meer scheint sich vom Ufer zurückzuziehen, der Strand wird trocken, aber rasch kehrt das Wasser mit verdoppelter Gewalt zurück, und die Meereswogen branden weit über die sonstige Flutgrenze. Es folgen dann oszillatorische Wellen, welche sich an der Küste in periodischem Rückzuge des Meeres vom Ufer und darauf folgenden ungeheuren Flutwogen äußern. Auf dem Meere aber pflanzen sich dieselben mit großer Schnelligkeit in der Form von konzentrischen Wellenbergen und Wellenthälern fort, welche sich weithin, und oft in verderblichster Form fühlbar machen. Eine Stunde oder etwas mehr, nachdem der verderbliche Erdstoß im Jahre 1755

Lissabon zum Teil zerstört und in Trümmer gelegt hatte, erhob sich plötzlich der Ozean, um 30—60 Fuß über den höchsten Stand seines Wassers zur Flutzeit emporzusteigen. Wie beim heftigsten Sturm wurden die im Hafen befindlichen Schiffe hin und her geworfen. Hierauf fiel das Meer aber ebenso rasch wieder ebenso tief unter den niedrigsten Wasserstand bei Ebbe. Dieser Vorgang wiederholte sich dann noch 3—4 Male, aber immer in entsprechend schwächerem Grade, und die ganze Westküste der iberischen Halbinsel wurde dadurch in hohem Grade verwüstet. Ganz besonders heftig trat die Erscheinung in der spanischen Stadt Cadix ein, in welcher man übrigens gleichzeitig mit Lissabon das Erdbeben verspürte, ohne daß dasselbe jedoch großen Schaden verursacht hätte. Bald darauf aber bildete sich im Meere ein mindestens 60 Fuß hoher Wasserberg, der rasch auf das erschreckte Cadix losstürzte. Die davor liegenden Klippen brachen jedoch glücklicherweise dessen gewaltigen Ansturm, so daß sich seine verheerenden Wirkungen auf die Zerstörung der Umwallung, auf das Fortspülen von auf dieser letzteren befindlichen Kanonen und auf eine etwas ungestüme Überschwemmung der Stadt beschränkten. Übrigens wiederholte sich auch hier die Erscheinung genau wie in Lissabon zu mehreren Malen.

Daß diese Meeresbewegung sich oft über gewaltige Entfernungen erstreckt, das haben wir schon weiter oben betont. Die Störung des Gleichgewichtszustandes, der bei dem soeben ewähnten Lissaboner Erdbeben am 1. November 1755 im Ozean eintrat, machte sich an den Küsten Schleswig-Holsteins, Norwegens und sogar im abge-

schlossenen Finnischen Meerbusen bemerkbar; die große Woge des atlantischen Ozeans setzte sich fort bis an die fernen Küsten Westindiens, und diesen Weg von nahezu 700 geographischen Meilen hat sie in $9^1/_2$ Stunden zurückgelegt.

Soviel von den Erdbeben.

2. Abschnitt

Von den Sedimentärgesteinen, von der Tier- und der Pflanzenwelt der Vorzeit und von deren allmählicher Entwicklung und Vervollkommnung im Laufe der geologischen Perioden.

Drittes Kapitel

Die krystallinischen Schiefer und die archäische Ära

Einleitendes. Die Regionalmetamorphose. Der plutonische und der hydrochemische Regionalmetamorphismus. Verschiedene andere Theorien über die Entstehung der krystallinischen Schiefer. Die Rolle der Dynamometamorphose bei der Bildung der genannten Felsarten. Die archäische Formationsgruppe. Sind organische Überreste darin? Der Urkalk und die Graphitlager. Das Eozoon canadense. Der Gneis und seine Abarten, Glimmerschiefer und Thonglimmerschiefer, sowie deren Varietäten. Gliederung der archäischen Gebilde. Nutzbare Mineralien und Verbreitung. Katastrophentheorie und Aktualitätstheorie. Schluß.

Die älteste, dem Menschen und dessen Beobachtung zugängliche Gesteinsgruppe sedimentären Ursprungs, die Urformation, besteht aus krystallinischen Schiefern, aus Gneisen und Granuliten, aus Glimmerschiefern, Phylliten oder Thonschiefern, aus Talkschiefern, Chloritschiefern, Hälleflinta u. s. f. Wir erinnern uns noch aus dem ersten Kapitel dieses Buches (Bd. II, Seite 4), das diese Felsarten in ihrer mineralischen Zusammensetzung sich innig anschließen an die massigen Gesteine, während ihr geolo-

gisches Auftreten, ihre Lagerungsweise, dieselben verbindet mit den Sedimentärbildungen, denn die krystallinischen Schiefer zeigen der Hauptsache nach Schichtung. Eines der allerschwierigsten Kapitel der Geologie ist nun dasjenige, welches sich mit der Frage von der Entstehung der krystallinischen Schiefer befaßt. Es ist viel Scharfsinn und viel Geist darauf verwendet worden, eine Antwort auf diese Frage zu geben, an eingehenden Untersuchungen und an kühnen Hypothesen hat es dabei nicht gefehlt, dennoch aber sind noch nicht alle Runen auf diesem Blatt im goldenen Buche der geologischen Wissenschaft entziffert. Noch sind wir nicht in der Lage, dessen Inhalt lückenlos lesen zu können. Sedimentärgesteine, d. h. Ablagerungen aus Wasser, in der mineralischen Zusammensetzung, welche die krystallinischen Schiefer zeigen, könnten bei den in den Ozeanen, den Seen und Flüssen der Jetztzeit herrschenden physikalischen Bedingungen nicht gebildet werden. Und da es nun wohl zweifellos ist, daß die für den Absatz sedimentärer Ablagerungen nötigen Vorbedingungen auch in den früheren Perioden der Entwickelungsgeschichte unseres Planeten dieselben gewesen sind, so lassen sich die genannten Felsarten trotz der meist deutlichen Schichtung, welche sie aufweisen, und die wiederum doch nur ächten Sedimentärgesteinen zukommen kann, dennoch nicht so ohne weiteres diesen letzteren zugesellen. Den Widerspruch, den demnach die krystallinischen Schiefer einerseits in ihrer mineralischen Natur, andererseits aber in ihrem geologischen Auftreten zeigen, hat man nun durch die Annahme zu lösen versucht, daß gewisse, ursprünglich aus gänzlich anderem Material, das vielleicht nicht einmal immer

kryſtalliniſch geweſen iſt, beſtehende geſchichtete und maſſige Geſteine einem Umwandlungsvorgange, einer Metamorphoſe unterworfen worden ſeien, und zwar ohne jede weſentliche Änderung ihres Gefüges, und ohne daß in der Nachbarſchaft auf ſolche Weiſe umgewandelter Geſteine andere Felsarten vorkämen, welche eine derartige Umbildung veranlaßt und bewirkt haben könnten. Dieſen metamorphoſierenden

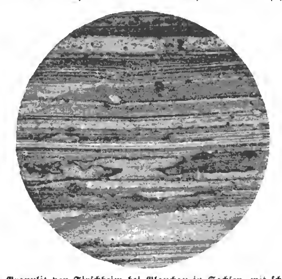


Fig. 13. Granulit von Tirſchheim bei Glauchau in Sachſen, mit ſchichtenartig angeordneten Streifen. Nach J. Lehmann.

den Vorgang hat man Regionalmetamorphoſe genannt, im Gegenſatz zur Kontaktmetamorphoſe, wobei, wie wir das ja ſchon kennen (Bd. I, Seite 196 und 222), ein Eruptivgeſtein als umwandelndes Agens thätig geweſen iſt. Um nun die Entſtehungsweiſe der kryſtalliniſchen Schiefer auch ſchon in deren Bezeichnung und Benennung auszudrücken, wurden dieſelben unter dem Namen metamorphiſche Geſteine zuſammengefaßt.

Lyell, der große englische Geologe, erklärte den Regionalmetamorphismus mit der Annahme, daß die gesamten diesem Vorgange zum Opfer gefallenen Gesteinsschichten durch die innere Erdwärme, also von innen heraus, im Laufe der Äonen langsam erhitzt worden seien und so der Umwandlung nach und nach erlegen wären. Dabei soll der Druck der über den umgewandelten Gesteinen liegenden Felsmassen diesen Vorgang noch ganz wesentlich befördert haben. Nach dem genannten Forscher wurden die zu unterst liegenden Schichten der in Metamorphose begriffenen Gesteine förmlich umgeschmolzen, während in den höher gelagerten ein Umkrystallisierungsprozeß sich vollzog, der ihre Strukturverhältnisse änderte. Dazu kamen dann noch das unter hohem Druck und unter sehr hoher Temperatur im Inneren der sich umwandelnden Schichten wirkende Wasser, das ja bekanntlich das gesamte Felsgerüst unserer Erde durchzieht, und eine Reihe hier nicht näher zu erörternder Faktoren. Im Gegensatze zu dem hier soeben erörterten plutonischen Regionalmetamorphismus Lyells steht der hydrochemische Umwandlungsprozeß, womit der berühmte Chemiker und Geologe Bischof die Entstehung der krystallinischen Schiefer zu erklären versucht hat. Für ihn ist die Ursache dieser Gesteinsumwandlung einzig und allein nur auf eine lang andauernde chemische Thätigkeit des Wassers zurückzuführen, welche im Laufe der Jahrhunderttausende allmählich eine Stoffumwechselung und die Umkrystallisierung bei den erwähnten Felsarten zu stande gebracht hat. Natürlich nimmt Bischof bei seiner Theorie ebenfalls hohen Druck, verursacht durch die überlagernden Schichten, sowie hohe Temperatur, und, wie schon betont,

gewaltige geologische Zeiträume in Anspruch. Andere Forscher haben ferner die Ansicht ausgesprochen, die krystallinischen Schiefer seien die erste Erstarrungskruste der erkalteten Erdoberfläche, oder dieselben stellten tuffartige Bildungen dar, welche bei den Eruptionen granitischer Gesteine in gewaltigem Maße gebildet worden seien. Diese letztere Annahme hat besonders der amerikanische Geologe Dana verfochten. Schließlich haben sich bekannte Gelehrte auch dahin geäußert, daß die hier in Betracht kommenden Felsarten überhaupt keinerlei Umwandlung durchgemacht hätten, sondern daß sich dieselben vielmehr noch in ihrem ursprünglichen Zustande befänden, also so, wie sie einstmals gebildet worden seien. Dafür spricht nach der Ansicht der Anhänger dieser Hypothese in erster Linie die Schichtung der krystallinischen Schiefer, sodann der Umstand, daß sich in ihrer Anordnung eine gewisse Regelmäßigkeit nicht verkennen läßt, insofern als der Gneis seiner Hauptmasse nach die Unterlagen derselben bildet, der Glimmerschiefer und seine verwandten Gesteine die mittlere Lage einnehmen, während die Phyllite oder Urthonschiefer zu oberst liegen. Als weitere Beweise werden ferner folgende Thatsachen angeführt: die jüngsten Phyllite und die ältesten Thonschiefer der paläozoischen Ablagerungen gehen, wie wir nachher noch genauer sehen werden, unmittelbar ineinander über, ebenso sind unmittelbare Übergänge vorhanden zwischen allen im Urgebirge auftretenden massigen Felsarten, als Graniten, Syeniten, Dioriten u. s. f. in die mineralisch gleich zusammengesetzten Glieder der krystallinischen Schieferreihe, endlich treten alle die genannten Massengesteine innerhalb dieser letzteren in unzweideutig eruptiver Weise in der

Form von Stöcken und Gängen ebenfalls auf. Die krystallinischen Schiefer sind nach dieser Annahme also einfach Vorläufer der paläozoischen Gesteine und ähnlich, wie diese gebildet worden, allerdings aber, wie Gümbel bemerkt, unter eigentümlichen damals herrschenden äußeren Verhältnissen, die sich später auch noch, wenn auch dann nicht mehr in solcher Allgemeinheit, sondern nur zeitweise und örtlich beschränkt, wiederholen konnten. Sodann ist das Material der krystallinischen Schiefer unter den gleichen Bedingungen entstanden, wie dasjenige der ihnen in mineralischer Beziehung gleich ausgebildeten Massengesteine. Auch hier macht sich jedoch der Einfluß verschiedener äußerer Verhältnisse geltend, derart, daß dieses Material nach Art der Sedimente als Schichtgesteine, oder nach Art der Massengesteine in Stöcken oder Gängen, oder auch in Form von Zwischenlagen in den krystallinischen Schiefern selbst ausgebildet wurde.

Verlassen wir den Boden der Hypothese und begeben wir uns wieder zurück auf das etwas festere Fundament der Thatsachen. Da haben denn die neuesten Beobachtungen und Erfahrungen gezeigt, daß die Dynamometamorphose (Seite 21) eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Entstehung der krystallinischen Schiefer gespielt hat, und zwar, indem diese Kraft sowohl ächte Eruptivgesteine, als auch Felsarten, deren sedimentärer Ursprung über jeden Zweifel erhaben ist, in die Form und Gestalt der sogenannten metamorphischen Gesteine übergeführt hat. Wir wissen durch den schweizerischen Geologen Schmid in Basel, daß der typische Quarzporphyr von der Windgälle in den Urner Alpen in einen sericitartigen Gneis umgewandelt

wurde, Lehmann hat dargethan, wie granitische Gesteine des Fichtelgebirges und des sächsischen Mittelgebirges zu Gneisen geworden sind, Liebe, Lossen und noch andere Forscher mehr teilen uns mit, daß dieselbe Kraft Diabase in Strahlsteinschiefer und Grünschiefer zu metamorphosieren vermocht hat. Ebenfalls Lehmann wieder verdanken wir den Nachweis dafür, daß aus echt sedimentären Gebilden gneisartige Felsen hervorgehen konnten, Heim und Baltzer haben uns glänzende Beispiele dafür erbracht, wie aus

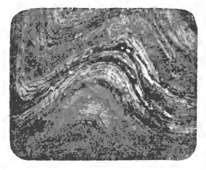


Fig. 14. Durch Dynamometamorphose gefalteter Granulit von Tirschheim bei Glauchau in Sachsen. Nach J. Lehmann.



Fig. 15. Hälleflinta von Reschwasser, gefaltet durch Dynamometamorphose. Nach J. Lehmann.

Thon- und Mergelschiefern der Jurazeit glimmer-, granat-, chlorit-, cyanit- und staurolithführende Phyllite geworden sind, oder wie ein gemeiner Jurakalk in einen schönen weißen krystallinischen Marmor umgepreßt worden ist, in ein Gebilde, wie wir es in genau ähnlicher Form gar oft als Einlagerung in den krystallinischen Schiefern als Urkalk wiederfinden. Ja, zuweilen sind in derartigen durch die Dynamometamorphose in krystallinische Schiefer übergeführten ehemaligen Sedimenten noch die darin eingeschlossenen Fossilien

mehr oder weniger gut erhalten, so daß man das geologische Alter dieser Gebilde noch bestimmen konnte. Im Gebiete zwischen dem Lysefjord und dem Fusefjord, im südlichen Teil der Halbinsel Bergen in Südnorwegen kommen dunkle, glänzende, Kalklinsen umschließende Thonglimmerschiefer vor, und dieselben führen deutliche, wenn auch durch die umwandelnden Kräfte deformierte und abgeplattete silurische Fossilüberreste. Gleiches ist in einem anderen Gestein dieses Areales der Fall, und zwar finden sich die Fossilien hier nicht in Kalklinsen eingebettet, sondern direkt umschlossen von einem sehr glänzenden hellgrauen Schiefer, der äußerlich fast nur aus kleinblätterigem Kaliglimmer zu bestehen scheint. Die Natur der Fossilien selbst beweist uns, daß dieselben während der späteren silurischen Zeit gelebt haben.

Aus den mitgeteilten Thatsachen geht hervor, daß die krystallinischen Schiefer wohl auf sehr verschiedene Weise entstanden sein können, und daß, wenn auch der größte Teil der hierhergehörigen Gesteine wirklich die Unterlage bildet, auf welcher das Gebäude der übrigen Sedimentärgesteine unseres Planeten aufruht, dennoch auch jüngere Felsarten durch geeignete Umstände in die krystallinische Schieferform übergeführt worden sind. Denjenigen Komplex der krystallinischen Schiefer, der unter den ältesten fossilführenden Schichten unseres Planeten lagert, selbst aber keinerlei Fossilien führt, bezeichnet man nun als archäische Formationsgruppe. Es ist damit aber noch durchaus nicht gesagt, daß zur Zeit der archäischen Ära, also in derjenigen Periode, während welcher diese älteste Schichtengruppe abgesetzt worden ist, keinerlei Lebewesen

auf Erden vorhanden gewesen seien. Wir haben schon weiter oben betont, daß in den krystallinischen Schiefern bisweilen Einlagerungen von Marmor, von sogenanntem Urkalk vorkommen, Gebilde von meist linsenförmiger Gestalt, aber von sehr wechselnder Größe. So finden sich derartige Kalklinsen von nur wenigen Metern Durchmesser bis zu solchen von einer 100 Meter übersteigenden Längenausdehnung. Da, wo diese Kalklinsen die sie umschließenden krystallinischen Schiefer berühren, treten dann vielfach Kalksilikate in größerer Menge auf, als Granat, Vesuvian, Titanit u. s. f., die als Kontaktmineralien schon vom ersten Bande dieses Buches her (S. 196) bekannten Verbindungen. Dieselben Verhältnisse finden also hier statt, wie bei den Kontaktmetamorphosen, welche massige Gesteine am Kalkfels hervorgebracht haben. Höchst wahrscheinlicher Weise sind diese Kalklinsen die metamorphosierten Reste von Kalkgesteinen, welche durch die Vermittelung der kalkablagernden Meeresorganismen in jenem Urmeer niedergeschlagen wurden, in welchen aber infolge der Umwandlung jede Spur ehemaligen organischen Lebens verloren gegangen ist. Desgleichen deuten die in den krystallinischen Schiefern der archäischen Zeit nicht selten vorhandenen Graphitlager darauf hin, daß auch das Pflanzenleben in jener fernen Periode schon entwickelt war, denn, wie Hörnes treffend sagt, der Graphit ist doch nur das Endglied der Umwandlung pflanzlicher Überreste. Man hat sogar einmal geglaubt, deutliche Spuren organischer Überreste in den archäischen Ablagerungen nachweisen zu können, und zwar in einer eigentümlichen Bildung, welche in einem von Gneisen umschlossenen Kalksteinlager in Canada

von einem dortigen Forscher Logan aufgefunden und von Dawson beschrieben worden ist. Eozoon canadense hat man diese vermeintliche Riesenforaminifere benannt, weil dieselbe die Morgenröte des organischen Lebens andeutete (Eos die Morgenröte, Zoon das Tier, canadense nach seinem Heimatlande). In Dünnschliffen wollte man unter dem Mikroskop einen zelligen und röhrigen Bau erkennen können, ähnlich demjenigen, welchen die Schalenstruktur gewisser Foraminiferen aufweist. Nicht nur aber in Canada, auch in unserem Erdteile sind derartige Eozoonformen gefunden worden, so in den serpentinhaltigen Kalklagern, welche im Gneis des böhmisch-bayrischen Waldes eingebettet sind. Diese Funde machten alle großes Aufsehen in der wissenschaftlichen Welt. Es war ja jetzt kein Zweifel mehr möglich, die Thatsache stand fest, das älteste Geschöpf war zugleich ein auf der niedersten Stufe der Tierwelt stehendes, also war ja damit ein glänzender Beweis erbracht für die Richtigkeit der Behauptung, daß die niedersten Pflanzen und Tiere auch die geologisch ältesten seien, und daß sich die gesamte organische Welt aus solchen Typen entwickelt haben müßte. Wenn diese letztere Annahme auch in gewissem Sinne wahr und richtig sein dürfte, so wäre dieselbe nichtsdestoweniger durch den Fund einer derartigen Riesenforaminifere in den archäischen Schichten allein gewiß noch nicht bewiesen gewesen, denn, die unzweifelhaft tierische Natur des Eozoon vorausgesetzt, würde damit noch lange nicht gezeigt und dargethan sein, daß dieser Organismus auch wirklich der Stammvater sämtlicher Tiere unseres Planeten gewesen ist. Die Herrlichkeit mit dem Eozoon hat übrigens nicht lange angedauert.

Einmal wurden sich auch diejenigen Gelehrten, welche von dessen organischer Natur überzeugt waren, darüber uneinig, ob sie es dabei mit den Resten eines Tieres oder einer Pflanze zu thun hätten, sodann aber wurde, wenn auch, wie Quenstedt in dieser Beziehung sehr richtig bemerkt, unter zu großem Aufwand geistiger Kräfte auf Grund eingehender Untersuchungen festgestellt, daß das Eozoon weder ein Tier- noch ein Pflanzenrest ist, sondern daß dieses scheinbare Fossil lediglich auf anorganischen Ursprung zurückgeführt werden muß.

Die archäische Formationsgruppe, welche wie gesagt überall die älteste unseren Beobachtungen zugängliche Abteilung der Schichtgesteine darstellt, ist ungeheuer entwickelt und dürfte eine Gesamtmächtigkeit von 30000 Meter erreichen. Die untersten Schichten der archäischen Gesteine werden von den verschiedenen Gneisvarietäten zusammengesetzt, so ganz besonders von Glimmergneisen, deren wesentliche Gemengteile diejenige der granitischen Felsarten, also Feldspat, Quarz und Glimmer sind. Sie bilden das geschichtete oder richtiger gesagt, das schieferige Analogon dieser granitischen Gesteine, verlieren die Eigenschaft der Schieferung aber zuweilen und gehen in den sogenannten Granitgneis über. Wir verweisen hier auf das schon weiter oben in diesem Kapitel Gesagte und erinnern unsere Leser daran, wie durch die Dynamometamorphose aus einem granitischen Gestein ein gneisartiges entstehen kann. Die Verschiedenheit der Gneise bezüglich ihrer mineralischen Zusammensetzung ist groß, indem gerade diese Felsarten an accessorischen Mineralien, so, um einige der wichtigsten davon zu nennen, an Granat, Cordierit, Augit, Hornblende,

Epidot, Chlorit u. s. f., sehr reich sind. Man kennt daher Granat-, Cordierit-, Augit-, Hornblende-, Epidot-, Chloritgneise und noch andere Abarten mehr. Bei den Glimmergneisen selbst kann man zwei bestimmte Ausbildungsformen unterscheiden, so die den dunkeln oder Magnesiaglimmer führende, grauer Gneis genannte Varietät, sowie die Muscovit, d. i. den hellen oder Kaliglimmer führende Abart, den roten Gneis.

Neben den Gneisen finden wir in den Schichten der archäischen Ära noch besonders die Glimmerschiefer und die Thonglimmerschiefer, auch Urthonschiefer oder Phyllite genannte. Während die ersteren ein schieferiges Aggregat von Quarz und von Glimmer mit zahlreichen Varietäten und accessorischen Bestandteilen darstellen, so Sericitglimmerschiefer, Graphitglimmerschiefer, Andalusitglimmerschiefer u. s. f., ist der Thonglimmerschiefer ein meist kryptokrystallinisches, zuweilen jedoch auch deutlich feinkörniges Gefüge besitzendes Gestein, dessen mineralische Bestandteile sehr oft nur aus kleinen Teilchen von Feldspat, Quarz, Chlorit und Glimmer mit zahlreichen kleinen Nädelchen von Rutil bestehen. Auch die Phyllite treten in den verschiedensten Abarten auf. Sowohl die Glimmer-, als auch die Thonglimmerschiefer zeigen ausgezeichnete Schichtung und Schieferung, und beide Felsarten lagern über den Gneisen, und zwar derart, daß die Glimmerschiefer zu unterst, die Phyllite jedoch zu oberst zu finden sind. Man hat diese Lagerungsverhältnisse benutzt, um in der zur archäischen Ära gehörigen Schichtengruppe eine Zweiteilung vorzunehmen und deren ältere, aus den Gneisen zusammengesetzte Abteilung als Urgneissystem oder Laurentisches

System (der Name stammt vom St. Lorenzstrome in Canada, in dessen Umgebung diese Bildungen sehr entwickelt sind) von der jüngeren, dem Urschiefersystem zu trennen und dieses letztere wieder zu zerlegen in das Glimmerschiefersystem zu unterst und in das Phyllitsystem zu oberst.

Die Schichtenreihen der archäischen Gebilde sind sehr selten noch in ihrer ursprünglichen Lagerungsform vorhanden; dieselben sind meist gefaltet, aufgerichtet, fächerförmig auseinandergetrieben, so z. B. in sehr starkem Maße in der alpinen Zentralkette, woselbst diese Ablagerungen besonders schön studiert werden können. An nutzbaren Mineralien ist die archäische Gesteinsfolge sehr reich. Der zur Schmelztiegelfabrikation und zur Herstellung von Bleistiften benutzte Graphit muß hier genannt werden. Der sibirische Graphit ist der beste. Reiche Lager davon birgt das Gebiet von Semipatalinsk und dasjenige von Irkutsk. Der Silberbergbau und der Zinnerzreichtum des Erzgebirges sind bekannt. Wir erwähnen hier nur die berühmten Gruben von Freiberg (Silber), von Zinnwald und von Altenberg (Zinn). Viel genannt sind die Silberbergwerke von Kongsberg in Norwegen. An Kupfer-, Blei- und Eisenerzen fehlt es in den krystallinischen Schiefern der Erde auch nicht. So liefert Przibram im Böhmerlande, das durch den entsetzlichen Grubenbrand im Sommer 1892 noch in aller Leute Gedächtnis ist, Blei in Fülle, Nordamerika, unter anderen Gebieten das Areal von Ducktown in Tennessee gewaltige Mengen von Kupfer. Auch das edelste aller Metalle, das Gold, ist vorzugsweise an die archäischen Bildungen gebunden

und kommt in allgemeiner Verbreitung, wenn auch in meist nur kleinem Mengenverhältnis darin vor. In den krystallinischen Schiefergesteinen der Alpen ruht manch' ein Körnlein dieser gelben Substanz, und an verschiedenen Stellen derselben fördert der Fleiß des Bergmannes das Gold zu Tage.

Weitverbreitet sind die archäischen Sedimente auf unserem Planeten, allenthalben auf Erden treten dieselben in bald größeren, bald geringeren Massen auf. Da es meine Leser in erster Linie sicherlich interessieren wird, die Stellen des deutschen Vaterlandes kennen zu lernen, woselbst uns krystallinische Schiefer in größerer Ausdehnung bekannt sind, so seien das Erzgebirge, der Böhmerwald, das Fichtelgebirge, das Lausitzer Gebirge, das Riesengebirge, die Sudeten, der Taunus, der Spessart, der Odenwald, die Horste des Schwarzwaldes und der Vogesen hier genannt. In der Zentralkette des Alpengebirges, auf der skandinavischen Halbinsel, hier in enormer Ausdehnung, in Schottland, im Weltteil Amerika, in Asien und Afrika findet man ebenfalls größere Areale dieser Felsarten, die auch hoch oben im arktischen Norden, in Grönland weite Flächen bedecken.

Die obersten Schichten der archäischen Bildungen gehen allmählich über in Thonschiefer, welche die allerersten über jeden Zweifel erhabenen organischen Überreste enthalten. Mit diesen Fossilien führenden Sedimenten beginnt die paläozoische Ära, und von diesen ersten Spuren des Lebens auf unserem Planeten an können wir die Entwickelung der organischen Wesen verfolgen bis in die Jetztzeit hinein und können uns dabei so recht vergegen-

wärtigen, wie diese Entwickelung und Vervollkommnung eine ganz allmähliche gewesen ist, und keine ruckweise erfolgende. In früheren Jahrzehnten hatte die Ansicht, daß in der Entwickelungsgeschichte unseres Erdkörpers zu gewissen Zeiten ganz plötzliche Änderungen eingetreten seien, wobei dann die gesamte organische Bevölkerung unseres Planeten mit einem Schlage vernichtet worden wäre, um einer gänzlich neuen Schöpfung Platz zu machen, die sogenannte Katastrophentheorie viele Anhänger unter den Geologen. Erst durch den großen Engländer Charles Lyell ist die allein richtige Anschauung, daß in der ganzen Entwickelung der Erde stets nur allmähliche und höchstens lokal plötzliche Veränderungen erfolgt sind, die Aktualitätstheorie zu vollen Ehren gekommen, welche denn auch noch später durch die Lehre Darwins eine wesentliche Stütze erhalten hat. Diese Entwickelung wollen wir nun näher kennen lernen, uns aber zuvor über die Fossilien selbst, über die Denkmünzen der Schöpfung, wie solche genannt worden sind, sowie über die Ansichten, welche in früheren Zeiten darüber laut wurden, etwas genauer orientieren.

Viertes Kapitel

Die Fossilien oder Versteinerungen

Die Fossilien und ihr Wesen nach der Ansicht der Alten. Des Xenophanes', Pythagoras' und Empedokles' Anschauungen hierüber. Die vermeintlichen Reste der Giganten und Heroen. Avicenna und seine Meinung von der vis plastica. Das Mittelalter und die neuere Zeit in ihrer Stellung zum Charakter der Fossilien. Albertus Magnus und Alexander ab Alexandro. Die Anschauungen des Fracastorius und des Agricola. Conrad Gesner und sein Werk: De rerum fossilium figuris. Die Brücke des Trajan bei Belgrad und der römische Kaiser Franz I. Die Diluvianisten. Fabio Colonna und John Woodward. Jakob Scheuchzer und seine Kupferbibel. Der Sündflutzeuge. Carl Nicolaus Lang und seine Lehre von der Samenluft (aura seminalis). Adam Beringer und seine Spottsteine. Lamarcks Ansicht und Hauptwerk. Cuvier. Die neue Ära der Paläontologie. Parkinson, Schlotheim, L. von Buch u. s. f. Was sind die Fossilien? Versteinerungsmittel, Steinkerne und Abdrücke. Eindrücke und Fährten. Das Chirotherium. Der zwiefache, von der Paläontologie verfolgte Zweck. Leitfossilien oder Leitversteinerungen. Die allmähliche Entwickelung der Organismen vom Niederen zum Höheren. Worauf unsere Gliederung der Sedimentärbildungen beruht. Die Grenzlinien zwischen der paläozoischen Ära in Mitteleuropa und in Asien. Die Scheidung zwischen jurassischen und cretaceischen Ablagerungen im europäischen Norden und in den Alpen. Erfolgte die Umwandlung der orga=

nischen Welt an allen Stellen der Erde zu gleichen Zeiten und in gleichem Maße? Die phylogenetische Seite der Paläontologie. Kollektivtypen. Der Urvogel (Archaeopteryx macrura). Die Transmutationstheorie Darwins und seines Freundes Wallace. Die Lückenhaftigkeit der paläontologischen Beweise hierfür. Die Darwinsche Lehre und die mosaische Schöpfungsgeschichte, sowie ihr Verhältnis zur heiligen Schrift überhaupt. Die Veränderlichkeit der Art. Der Kampf ums Dasein und die natürliche Zuchtwahl. Sind diese beiden letzten Faktoren die für die Umwandlung der Organismen allein maßgebenden? Schluß.

Schon 500 Jahre vor Christi Geburt fand der Philosoph Xenophanes von Kolophon in den Steinbrüchen der Stadt Syrakus die fossilen Reste von Fischen und Phoken, woraus derselbe den Schluß zog, unsere jetzige Erdoberfläche sei ehemals in schlammigem Zustand und ein alter Meeresboden gewesen. Dem Vater der Geschichte, Herodot, waren die Fossilien ebenfalls keine unbekannten Dinge, erzählt er uns doch von Seemuscheln, welche man auf den Bergen Ägyptens sammeln könne, und die am Wege zur Oase des Jupiter Ammon lägen. In den schönen Metamorphosen des Ovidius Naso finden wir folgende, dem Pythagoras in den Mund gelegten Verse:

„Ich selbst sah, was vor Zeiten noch war das festeste Erdreich
Wurde zu Wasser, und sahe den Fluten entstiegene Länder.
Ja vom Uferrand fern sind Lager aus Muscheln des Meeres,
Und uralt ist der Anker, im Bergesgipfel gefunden.“

„Man muß sich,“ so äußert sich hierüber einer der bedeutendsten fossilienkundigen Männer der Gegenwart, Professor Karl von Zittel in München, „bei diesen schlichten Erzählungen unwillkürlich fragen, ob den Sündflutsagen in den Traditionen fast aller Völker wirklich ein der

Gegenwart verhältnismäßig nahe liegendes Ereignis zu Grunde liegt, oder ob dieselben nicht als Ausfluß des Nachdenkens über die auf dem Festlande vorkommenden Reste von Meerestieren entstanden sind.“ Es ist nun wohl zu bemerken, daß die Gelehrten des Altertums bei dem Anblick der Fossilien durchaus nicht an ausgestorbene Tiere und Pflanzen dachten, d. h. an solche, welche unter der Fauna und Flora der Jetztzeit nicht mehr zu finden sind. Sie hielten dieselben einfach nur für die Zeugen einer ehemaligen Meeresbedeckung, ohne sich beim Anblick des fremdartigen und von den jetzt lebenden Formen wesentlich verschiedenen Charakters vieler dieser Fossilien besondere Dinge zu denken. Nur die Gebeine großer ausgestorbener Säugetiere fielen ihnen in dieser Hinsicht auf, und sie erblickten in denselben die Überreste eines verschwundenen Riesenvolkes, eine Ansicht, welche sich übrigens nicht nur auf das Altertum beschränkt, sondern sich bis in das 17. Jahrhundert unserer Zeitrechnung hinein gehalten hat. Fossile in den jüngeren Schichten Siziliens gefundene Hippopotamusknochen hat ums Jahr 450 vor Christus Empedokles von Agrigent als Riesengebeine gedeutet, des Kaisers Augustus Landhäuser auf Capri waren geschmückt mit den Knochen gewaltiger Tiere, welche man für solche von Giganten und für Waffen der Heroen hielt, der Anblick eines Mammutzahnes brachte den heiligen Augustinus zur Überzeugung, daß unter den vorsündflutlichen Menschen auch Riesen gewesen seien, und noch im 16. Jahrhundert wollte Boccatius in einer Felsenhöhle bei Trapani auf Sizilien einen Cyklopen in sitzender Stellung mit einem mächtigen Baumstamm in der Hand

gefunden haben. Dieser Riesenmensch, so erzählt uns Athanasius Kircher, der gelehrte Jesuitenpater in seinem Mundus subterraneus, war 400 Fuß oder 138 römische Palmen hoch, zerfiel aber leider bei der leisesten Berührung zu Asche. Nur drei Zähne blieben übrig.

Im Mittelalter brachte ein arabischer, aus Persien stammender Arzt, Ibn Sina, auch Avicenna genannt, die schon von Aristoteles ausgesprochene Anschauung, aus Schlamm oder sonstigen erdigen Teilen könnten ohne Zeugung von seiten der Eltern organisierte Wesen entstehen, wieder zu Ehren. Diese Lehre von der generatio aequivoca nahm der genannte Perser wieder auf und suchte dieselbe noch dadurch zu vervollständigen, daß er annahm, eine gewisse Kraft, ein vis plastica, wie er sich ausdrückte, hätte die Fossilien im Schoße der Erde erzeugt. Aus Unorganischem sollte also unmittelbar Organisches hervorgehen können, aber im Felsgerüst unseres Planeten war die Natur noch nicht frei und noch nicht stark genug, um ihren Produkten das rechte Leben zu geben. Es war gleichsam nur eine Übung, welche sie damit trieb, ein Spiel, um später desto vollendetere Geschöpfe ins wirkliche Dasein treten lassen zu können. „Unwillkürlich," sagt Quenstedt, „wird man dabei auf die kindliche Vorstellung der Bibel geführt, wonach der Schöpfer den Menschen zuvor aus einem Erdenkloß geformt hat, um ihm sodann erst den lebendigen Odem einzublasen. Daher hatte auch die Ansicht von ‚Naturspielen' selbst bis in die neuere Zeit so tiefe Wurzeln geschlagen." Während Albertus Magnus im 13. Jahrhundert noch ganz und gar die Meinung des Avicenna

teilte, hat schon etwa 100 Jahre später der bekannte Rechtsgelehrte Alexander ab Alexandro ausdrücklich behauptet, es seien viele der auf den Gebirgen vorkommenden Muscheln so frisch und so gar nicht versteinert, daß jede andere Annahme, als diejenige, sie stammten von der Sündflut her, ausgeschlossen erscheinen müsse. Im Jahre 1517, im ewig denkwürdigen Reformationsjahre, legte man die Fundamente zu der Citadelle San Felice in Verona. Dabei kamen Unmengen von Muscheln tertiären Alters zum Vorschein. Während nun der noch von den Gelehrten unterstützte Volksglaube sich dahin aussprach, diese Reste seien Überbleibsel von der Sündflut her, erklärte im Gegensatze hierzu Hieronymus Fracastorius, man könne drei Ansichten darüber haben, nämlich einmal, daß es durch eine geheimnisvoll im Erdinnern wirkende Kraft erzeugte Naturspiele seien, ein durchaus verwerflicher Glaube, oder aber die Muscheln seien Zeugen der Sündflut. Da aber diese letztere nur eine vorübergehende Erscheinung gewesen sei, so könne er nicht einsehen, wieso diese Meerestiere in solch bedeutende Tiefen gelangt seien, auch müßten dieselben dann Süßwassermuscheln sein, zumal die Sündflut eine Süßwasserflut war. Deshalb sei allein die dritte Anschauung, wonach das Meer vor Zeiten die Berge bedeckt hätte, die richtige. Georg Agricola, der sächsische Arzt, der meißnische Plinius, wie seine Zeit diesen starren Gegner der Reformation genannt hat, eigentlich Georg Bauer geheißen, hat in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts den Grundstein zu unserer geologischen Wissenschaft gelegt und neben einer Reihe anderer, von neuen und wichtigen Beobachtungen und daraus ge-

zogenen Schlüssen erfüllten Werken auch ein Buch über die Natur der Fossilien, De natura fossilium, geschrieben. Unter Fossilien verstand Agricola nun allerdings sowohl Mineralien, als auch echte Fossilien oder Versteinerungen, und von diesen letzteren unterscheidet er zwei Abarten, nämlich fremdartige Formen, deren Analoga in der jetzigen Lebewelt der sächsische Naturforscher nicht erkennen konnte, weshalb er dieselben für mit den Mineralien verwandte Dinge erklärte, sodann aber fossiles Holz, ebensolche Blätter, Knochen und Schnecken, die er mit lebenden Formen besser zu vergleichen vermochte, und welche nach ihm von einem Steinsaft durchdrungen und somit versteinert worden waren. Die erste Abart nannte Agricola figurierte Steine und dachte sich deren Entstehung so, wie derselbe es in den folgenden Worten ausspricht: „Jene in Felsen gefundenen Muscheln scheint die eingeschlossene Wärme aus der fetten und zähen Materie zu bilden; daraus entstehen Musculiten, Muriciten, Conchylien. Aber um so dichter die Erde ist, als das Meer, um so unvollkommener werden sie." Wie es scheint, so zogen damals die in Kiesel umgewandelten fossilen Hölzer besonders die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich, weil dieselben hart und politurfähig waren, aber dennoch ihr Gefüge außerordentlich deutlich beibehielten. Einer der ersten Sammler Deutschlands, Johannes Kentmann, schickte dem unter seinen Zeitgenossen hochberühmten Züricher Zoologen Conrad Gesner, dem Herausgeber eines mit sehr guten und erkennbaren Abbildungen versehenen Werkes: De rerum fossilium figuris, derartige fossile Pflanzenreste aus den sächsischen Bergen, welche Gesner einer eingehenden Be-

schreibung gewürdigt hat, und wie uns der preußische Berghauptmann Justi in seinem Buche über die Geschichte des Erdkörpers erzählt, hatte noch viele Jahre später Kaiser Franz I. sein großes Vergnügen an dergleichen Dingen. Im Mineralienkabinete dieses Fürsten fanden sich Achatstämme so groß und dick, „als die stärksten und dicksten Hackeklötzer, deren sich die Fleischhauer bedienen", und zwar verschiedene von über 3 Fuß Durchmesser. Da nun der Kaiser einmal wissen wollte, wie lange denn solche Hölzer zur Verkieselung gebraucht hätten, kamen die Naturforscher in Wien auf den Gedanken, diese Frage an der hölzernen Brücke zu lösen, welche vor 1600 Jahren Trajan unterhalb Belgrad über die Donau hatte schlagen lassen. Zwar gehörte die Brücke seit dem Belgrader Frieden dem Großtürken, doch wurde durch die persönlichen Bemühungen des Kaisers Franz nicht nur die Erlaubnis gewährt, einen der Brückenpfähle herausholen zu dürfen, sondern der türkische Hof befahl sogar dem in Belgrad residierenden Bassa, dabei alle erforderlichen Hilfsleistungen zu thun. So kam denn ein 20 Fuß langer und 1 Fuß dicker Pfahl nach Wien und wurde dort untersucht, wobei sich zeigte, daß trotz der vielen Jahrhunderte nur ein etwa einen halben Zoll breites Stück der äußeren Kruste in eine achatförmige Substanz umgewandelt worden war. Justi berechnete danach, daß Stämme von 3 Fuß Dicke mindestens 100000 Jahre zu ihrer Verkieselung gebraucht hätten.

Im allgemeinen hielt sich aber trotz der Einreden aufgeklärterer Männer, wie des Fracastorius, die Ansicht, die Fossilien seien Überreste der großen Sündflut, nicht

nur aufrecht, sondern diese Anschauungen der sogenannten Diluvianisten waren und blieben geradezu lange Zeit hindurch die herrschenden, denen eine Anzahl bedeutender Naturforscher vergangener Jahrhunderte, darunter der mit den Medicäern verwandte Fabio Colonna, auf dessen Werk wir bei der Bestimmung von Fossilien noch manchmal zurückgreifen müssen, und der Professor an der Hochschule zu Cambridge, John Woodward, huldigten. Einer der originellsten Anhänger dieser Sündfluttheorie war der zu Anfang des vorigen Jahrhunderts lebende Züricher Arzt Jakob Scheuchzer, dem jede fossile Muschel als glänzender Beweis für die Sündflut galt. „Groß," sagt Quenstedt, „war sein Ruf und nicht ohne Rührung nimmt man an der Begeisterung teil, zu welcher ihn ein frommer Glaube führte." Scheuchzer wird mit Recht unter die vornehmsten Naturforscher seiner Zeit gezählt, und seine Kupferbibel, seine „Physica Sacra, oder geheiligte Naturwissenschaft derer in Heil. Schrifft vorkommenden natürlichen Sachen, deutlich erklärt und bewährt von Joh. Jakob Scheuchzer", die in drei dickleibigen Bänden zu Ulm gedruckt worden ist, und an deren Kupfertafeln neben anderen tüchtigen Künstlern von damals auch der berühmte Hofkupferstecher Pfeffel in Augsburg mitgearbeitet hat, that das ihrige, um ihm bei Geistlichen und Laien einen großen Namen zu verschaffen. Jedes Kapitel dieser Physica Sacra enthält auch die erbaulichsten Knittelverse, welche der Diakonus Miller aus Leipheim bei Ulm dazu verfaßt hatte, und Scheuchzer selbst betont, „daß das ganze Werk mit solcher Vorsicht ausgearbeitet war, daß der Verfasser hoffen durfte, es

werden alle christliche Religionsverwandten dasselbe ohne Anstoß ihrer Gewissen lesen dörffen und sogar diejenigen, welche sich außer der Gemeinschaft christlicher Kirchen befinden". Das Paradies zwar, das viele gesucht, dabei aber nach Scheuchzer „nicht mehr, denn müde Beine und einen leeren Beutel davongetragen", konnte auch er nicht nachweisen, denn:

„Der Fall hat es versperrt, die Sündflut macht es wüst;
Was Wunder, wenn es heut nicht mehr zu finden ist?"

Dafür glaubte unser Züricher Arzt aber den Menschen, „der Sündflut Zeugen und Gottschauer", jener Bösewichter einen, „um deren Sünde willen das Unglück über die Welt hereingebrochen war", gefunden zu haben, „ein Monument", wie es in seiner Physica sacra heißt, „welches umsomehr aufmerkungswürdig, weil es unstritt von der Sündflut abstammt, gestalten es nicht nur einen Teil, sondern ein halbes Beingerüste vorzeiget, ingleichen nicht nur die obenhin aus- oder eingedruckte Figur ist, woraus die hochfliegende Einbildung einen Menschen bilden könnte, sondern das Wesen der Gebeinen, ja des Fleisches und anderer weichen Teilen selbsten darleget, und das in ordentlicher, eines erwachsenen Menschen Beingerüst ähnlichen Art und Ebenmaß; kurz: ein recht seltenes Denkmal jenes verfluchten Menschengeschlechtes der ersten Welt". Die fossilen Reste, welche Scheuchzer für die Gebeine des Sündflutsmenschen gehalten hat, sind von späteren und umsichtigeren Forschern etwas anders und richtiger gedeutet worden, und man weiß heutzutage, daß dieselben einem riesensalamanderartigen Tiere angehören, dessen Nachkommen heute noch in den Gewässern Japans leben.

Cuvier hat dies zuerst richtig erkannt, und von Tschudi wurde dieses fossile Amphibium später als Andrias

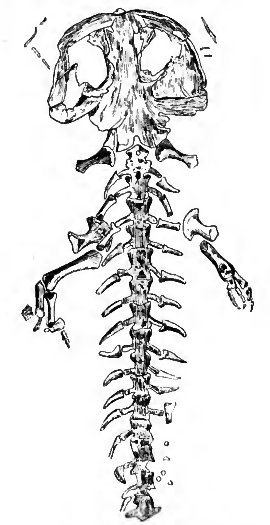


Fig. 16. Andrias Scheuchzeri, Tschudi. Aus dem Miocän von Oeningen in Baden. Originalstück Scheuchzers nach der Bearbeitung durch Cuvier. Etwa $^1/_6$ der natürlichen Größe.

Scheuchzeri beschrieben. Im Teylerschen Museum zu Harlem kann man dasselbe im Originale sehen. Es stammt aus den jungtertiären Schichten von Oeningen bei Konstanz, die uns noch eine große Reihe herrlicher Fossilien geliefert haben, welche wir teilweise noch näher kennen lernen werden. Der schon weiter oben genannte Diakonus Miller hat diesen Sündflutzeugen mit folgenden vielgenannten Versen besungen:

„Betrübtes Beingerüst von einem alten Sünder,
Erweiche Stein und Herz der neuen Bosheits-Kinder“.

Neben Scheuchzer nimmt noch ein anderer schweizerischer Naturforscher, der Arzt Carl Nicolaus Lang zu Luzern einen hervorragenden Platz unter den Gelehrten ein, welche sich im verflossenen Säkulum mit den Fossilien beschäftigt haben. Von seinen beiden Abhandlungen ist die eine: De origine Lapidum figuratorum, d. h.: Über den Ursprung der Figurensteine betitelt, und darin vertritt nun deren Verfasser die abenteuerlichsten Anschauungen. Die Fossilien sind nach denselben nicht Überreste der Sündflut, sondern vielmehr die Produkte einer samenhaltigen Luft, der aura seminalis, welche im Meere dem Inneren der Erde zugeführt würde. Die Eier der meisten Muscheln, so meint Lang, glichen ja kleinen Staubkörnern und könnten daher leicht in die Gebirgsklüfte eindringen, um sich hier weiter zu entwickeln, ohne jedoch bis zum Leben selbst zu gelangen. Da aber die größte Anzahl der Fossilien, welche der Luzerner Arzt auf den schweizerischen Bergen fand, mit den ihm bekannten an den Meeresküsten lebenden Formen durchaus nicht übereinstimmte, so suchte er das mit der Annahme

zu erklären, es seien diese fossilen Reste Hochseetiere, welche man ja so wenig kenne. Wenn auch diese erstgenannte Veröffentlichung Langs nur noch historischen Wert hat, so ist dennoch sein zweites Opus, welches die Naturgeschichte der in der Schweiz und deren Nachbarländer gefundenen figurierten Steine behandelt, auch in wissenschaftlicher Hinsicht nicht zu verachten. Man findet die Beschreibung und die gelungene Abbildung von allerlei guten alten Bekannten darin, und der Paläontologe der Gegenwart, welcher sich in das Studium der Fossilien des jurassischen Systems vertiefen will, muß noch manches Mal Caroli Nicolai Langy Lucern. Helueti Phil. et Medici Historia Lapidum Figuratorum Heluetiae ejusque Viciniae zur Hand nehmen.

Ehe wir uns abwenden von diesen phantastischen Ansichten und Behauptungen der Naturforscher früherer Jahrhunderte, um den von der Wissenschaft unserer Zeit gewonnenen Errungenschaften näher zu treten, sei es uns gestattet, dem Leser noch eine der sonderbarsten wissenschaftlichen Verirrungen vorzuführen, welche die Geschichte der Fossilienkunde oder Paläontologie zu verzeichnen hat. Um das Jahr 1726 erschien nämlich zu Würzburg eine dem Dr. J. B. Adam Beringer gewidmete Abhandlung, worin auf sehr schön ausgeführten Kupfertafeln die seltensten und merkwürdigsten fossilen Dinge, welche Beringer in der Nähe der genannten Musenstadt aufgefunden hatte, vorgeführt und beschrieben werden, so fossile Sterne, Sonne und Mond, Störche mit Kindern im Schnabel, die allersonderbarsten Insektenformen, in Begattung begriffene Frösche und Mücken, und was der-

gleichen noch mehr ist. Diese eigentümliche Schrift beruht auf einer lange Zeit hindurch fortgesetzten Mystifikation des genannten Gelehrten, welcher nach deren Entdeckung soweit, wie ihm nur möglich war, alle Exemplare, deren er habhaft werden konnte, aufgekauft und nachher vernichtet haben soll. Die Fossilien aber, welche spottlustige Leute aus Thon angefertigt hatten, um solche dann vom arglosen Beringer auffinden zu lassen, sind zum Teil noch vorhanden und werden in verschiedenen Sammlungen als Beringersche Spottsteine noch gezeigt. Die beiden nebenstehenden Abbildungen mögen den Lesern einen Begriff dieser Fossilien geben. Dieselben sind dem Beringerschen, heutzutage übrigens ziemlich seltenen Werke entnommen.

Seit der Mitte des letzten Jahrhunderts hat eine neue Richtung im Studium der fossilen Überreste sich Bahn gebrochen, wenn auch erst nur langsam, denn es hat noch gar mancherlei Irrtümer zu berichtigen gegeben, und noch manche absonderliche Ansicht mußte widerlegt werden, ehe Lamarck die Behauptung aufstellen konnte, daß die Fossilien wirkliche Überreste einer untergegangenen Lebewelt seien, und daß die gesamte organische Schöpfung eine allmähliche Veränderung durchgemacht hätte, woher es denn auch käme, daß die jetzigen Tiere und Pflanzen mit denjenigen der Vorwelt so wenig Übereinstimmung zeigten. Zu gleicher Zeit, als Lamarck mit seiner grundlegenden Histoire naturelle des animaux sans vertèbres vor die Öffentlichkeit trat, gelang dem nicht minder berühmten Cuvier der Nachweis, daß in den Gypslagern vom Montmartre in Paris ganze Geschlechter aus-

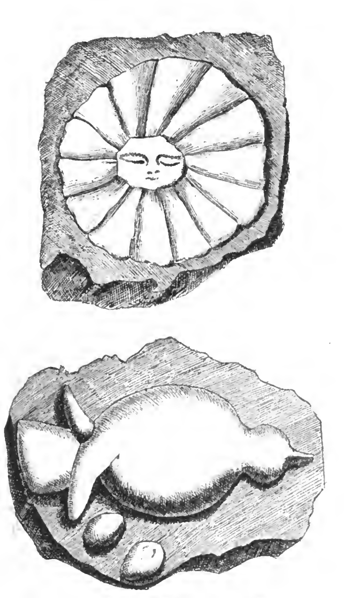


Fig. 17—18. Beringersche Spottsteine. Nach Beringer.

gestorbener Wirbeltiere begraben liegen. Eine neue Ära für die Fossilienkunde, für die Paläontologie fing an. In England war der Naturforscher Parkinson eifrig thätig, neue Zeugen einer untergegangenen Welt ans Licht zu fördern und zu beschreiben, in Deutschland arbeitete der Vater der Fossilienkunde, der Baron von Schlotheim, im gleichen Sinne, und dieser letztere ist es vornehmlich gewesen, welcher zuerst auf die Wichtigkeit der Fossilien für die Bestimmung der Gebirgsschichten, worin dieselben gefunden werden, hingewiesen hat. In den letzvergangenen 70 Jahren nun hat sich die paläontologische Wissenschaft mit rasender Schnelligkeit entwickelt, und groß ist die Zahl derer, welche mit größerem oder geringerem Geschick an deren Weiterförderung gewirkt und mitgearbeitet haben. Aus ihrer Menge ragt besonders eine kleinere Anzahl hochverdienter Männer hervor, so die deutschen Forscher Leopold von Buch, Goldfuß und F. A. von Quenstedt, die Franzosen Alcide d'Orbigny und Ad. Bronguiart, der Schweizer A. Agassiz, ferner die Engländer Sowerby, Phillips und Davidson, um nur einige davon zu nennen.

Sollen wir nun das Wesen der Fossilien näher definieren, so würden wir mit Zittel sagen, daß es „alle diejenigen Überreste oder Spuren von Pflanzen und Tieren sind, welche vor Beginn der jetzigen geologischen Periode in die Erdschichten gelangten und uns in denselben erhalten wurden". In welchem Zustande befinden sich dieselben nun? Bei pflanzlichen Überresten zeigt sich zumeist Verkohlung, wobei das betreffende Fossil, vielfach unter Beibehaltung seiner ehemaligen Form in Kohlensubstanz umgewandelt ist, während bei tierischen Überresten meist der

kohlensauere Kalk, und zwar mit Vorliebe in der Form des Calcits, seltener nur in derjenigen des Aragonits, sowie die Kieselsäure, diese wiederum sowohl in der wasserfreien, als in der wasserhaltigen Modifikation, so als Quarz, Hornstein, Chalcedon, Achat, Feuerstein und Opal als Fossilifikations- oder Versteinerungsmittel dienen. Auch Erze können die Stelle dieser letzteren übernehmen, so besonders das Schwefeleisen oder der Schwefelkies, welcher die organischen Überreste dann, wie man sagt, vererzt. Rot- und Brauneisenerz, Bleiglanz, Blende, ja auch gediegen Silber und sogar Schwefel sind ebenfalls als Versteinerungsmittel bekannt geworden, wenn auch die letztgenannten Mineralien nur in sehr seltenen Fällen.

Nicht immer aber haben wir das Fossil in unveränderter ursprünglicher Gestalt vor uns, wie denn auch selbstverständlicherweise in allererster Linie nur die festen Teile eines Organismus, so die Foraminiferenschälchen, die Gehäuse der Seeigel, die kalkigen oder hornigen Klappen der Brachiopoden, die Schalengebilde der Schnecken und Muscheln oder die Knochen der Wirbeltiere dem Fossilisationsprozeß unterliegen können, während wiederum nur in selteneren Fällen und unter besonders günstigen Umständen auch Weichgebilde vorweltlicher Lebewesen für uns erhalten geblieben sind. So finden wir häufig nur Abformungen der inneren Hohlräume oder auch der Außenseite fossiler Tiere und Pflanzen, die so entstehen, daß der innere, ursprünglich vom Tiere eingenommene Raum des Seeigelgehäuses, der Schnecken- oder Muschelschalen u. s. f. mit Gesteinsmasse erfüllt wurde, während nach deren Erhärtung die Schalen und das feste Skelet selbst durch die auflösende Wirkung

des Wassers zerstört und deren Substanzen fortgeführt worden sind, so daß dann nur deren innerer Steinkern oder deren äußerer Abdruck erhalten blieben. Zudem haben sehr viele Fossilien infolge der Umwandlungen und Dislokationen, welche die sie umhüllenden Felsmassen erlitten, allerlei mechanische Veränderungen erfahren und sind zerrissen, zerdrückt und zerquetscht. Zuweilen besitzen wir in einem Fossil nicht mehr den organischen Überrest selbst, sondern nur einen Eindruck, eine Fährte, welche der Organismus vor Zeiten hinterließ, als sein Muttergestein noch schlammartig weich war. In den Schichten des triassischen Systems kennen wir eine gewaltige Sandsteinablagerung, welche ihrer bunten Farben wegen den Namen des Buntsandsteins führt, und in dieser letzteren wiederum eine besondere Schicht, einen Horizont, wie man dergleichen nennt, welche erfüllt ist von den Fährten und Fußstapfen eines gewaltigen Tieres, das wohl zu den Labyrinthodonten, nach Gaudry vielleicht auch zu den Dinosauriern gehört hat, und das man unbekannterweise als Chirotherium bezeichnet. Die nebenstehende Abbildung zeigt uns eine solche von Fozières in Frankreich stammende Buntsandsteinplatte mit derartigen Chirotheriumfährten in starker Verkleinerung.

Die Paläontologie der Neuzeit verfolgt im wesentlichen zwei bestimmte Zwecke. Einmal dient uns dieselbe dazu, das relative Alter der verschiedenen Sedimentärgebilde festzustellen und die Flora und Fauna ihrer Bildungszeit wieder zu rekonstruieren, auch die Bedingungen, unter welchen sich diese Schichten gebildet haben, zu erforschen. Die Erfahrung lehrt uns, daß jede Ära, jedes System, wie auch eine jede von dessen Unterabteilungen

eine Reihe gerade für sie charakteristischer und bezeichnender Fossilien besitzt, die Leitfossilien oder Leitversteinerungen. Unsere ganze Einteilung der sedimentären Ablagerungen basiert ja auf dem jeweiligen bestimmten Charakter der Flora und Fauna gewisser Schichtengruppen.



Fig. 19. Chirotheriumfährten aus dem Buntsandstein von Foziòres in Frankreich.

Man kann die paläozoische Ära gewissermaßen bezeichnen als die Periode der riesigen Gefäßkryptogamen und der Trilobiten, das mesozoische Zeitalter als dasjenige der Ammoniten und der Amphibien und Reptilien, die känozoische Schichtengruppe endlich als die Zeit der dikotylen Pflanzen und der Säugetiere, wenn auch eine scharfe Trennung der einzelnen Ären voneinander schon deshalb nicht möglich ist, weil, wie wir schon mehrfach betont haben, das gesamte organische Leben in keiner

ruckweise vor sich gehenden, sondern vielmehr in einer allmählich erfolgenden, vom Niederen zum Höheren strebenden Entwickelung sich vervollkommt und seine heutige Höhe erreicht hat. Wir werden dieserhalb auch schon in den paläozoischen Sedimenten Ammoniten und Amphibien oder Reptilien erwarten dürfen und können uns nicht wundern, wenn mesozoische Ablagerungen die Reste von Laubbäumen oder die Skelete von Säugern in sich bergen. Hätten wir eine Stelle auf Erden, woselbst die Sedimentierung von Anfang an bis zur Gegenwart ohne jede Unterbrechung vor sich gegangen wäre, so könnten wir zweifellos eine Abgrenzung der hier gebildeten Gesteine im Sinne der heutigen Einteilung nicht durchführen, und es würde uns unmöglich sein, zu bestimmen, wo denn die Reiche der paläozoischen und mesozoischen Schichten aufhören, resp. wo die tertiären Sedimente und damit die känozoische Ära beginnen. Wir wollen diesen Umstand an einem Beispiel erläutern. In Deutschland, woselbst die geologische Wissenschaft ihre Wiege gehabt hat, und woselbst man zu allererst anfing, eine Gliederung der Sedimentärschichten aufzustellen, hat sich gezeigt, daß die ältesten Ablagerungen der mesozoischen Ära ungleichmäßig auf den jüngsten Gliedern der paläozoischen Gebilde aufruhen, und daß die in den mesozoischen Schichten eingeschlossene Flora und Fauna ein von derjenigen der paläozoischen Zeit wesentlich abweichendes Gepräge zur Schau trägt. Hier war also ein guter Anhaltspunkt für die Trennung gegeben, und in unseren Breiten kann es daher nicht schwer fallen, zwischen den jüngsten paläozoischen Sedimenten, dem obersten Zechstein, und den ältesten mesozoischen, dem unteren Bunt-

sandstein eine verhältnismäßig scharfe Grenzlinie zu ziehen. Durch die weitere geologische Durchforschung unseres Planeten ist aber dargethan, daß im asiatischen Erdteile, so in Indien, die Verhältnisse anders liegen, und daß hier, woselbst während des Endes der paläozoischen und zu Anfang der mesozoischen Ära die Sedimentierung ununterbrochen erfolgen konnte, weil an dieser Stelle eine Tiefsee vorhanden war, eine scharfe Trennung der Gebilde beider Formationsgruppen einfach nicht möglich ist, wie in Europa. Hier war zu jener Zeit ein Binnenmeer vorhanden; die Änderung in den Niveauverhältnissen und damit also auch die Entstehung aller der Umstände, welche uns eine scharfe Gliederung der betreffenden Sedimentärbildungen ermöglichen, konnte hier viel leichter stattfinden, als in einem von der Hochsee eingenommenen Areale. Wäre daher die Trennung der beiden großen geologischen Epochen von den asiatischen Verhälnissen ausgegangen, so würde dieselbe in ganz anderer Weise vollzogen worden sein, als auf Grund unserer auf europäischem Boden gemachten Beobachtungen, woselbst uns die Bindeglieder zwischen den genannten Schichten gänzlich fehlen. Ähnliches zeigt sich im europäischen Norden am Ende der zum jurassischen System gehörigen Ablagerungen, welche mariner Natur sind, plötzlich aber von Süß- resp. Brackwasserbildungen überlagert werden, auf welche dann die unteren marinen Schichten des cretaceischen Systems folgen. Die Verschiebungen, welche im Felsgerüst der Erde zu Ende der jurassischen Zeit hier stattfanden und das plötzliche Einschalten von andersgearteten Niederschlägen bedingten, haben eine Verschiedenheit in der Ausbildung des Gesteins ver-

ursacht und eine ununterbrochene Fortentwickelung der Pflanzen- und Tierwelt nicht zugelassen. Infolge der Veränderungen zwischen Festland und Meer mußten die marinen Formen zu Ende der jurassischen Periode auswandern, die allmähliche Umwandlung vollzog sich dort, wo dieselbe keiner Störung unterworfen gewesen ist, und als dann zu Beginn der Kreidezeit der Ozean sich von neuem ausdehnte, wurde er von anderen, von denen des Jurameeres verschiedenen Typen bevölkert. Im alpinen Gebiete jedoch besteht eine solche Kluft zwischen den genannten Sedimenten nicht. Hier schließen sich die Schichten der Kreide unmittelbar an an diejenigen des oberen Jura, die marine Sedimentierung und damit auch die Entwickelung der Fauna hat hier keinerlei Unterbrechung erlitten. Auch hier flutete die Hochsee, während die nordeuropäischen Gegenden im Bereiche der Ufer- und Strandbildungen des damaligen Meeres liegen. Wir sehen aus dem allem, daß auch der Wert der Leitfossilien ein immerhin nur bedingter sein kann.

Ob nun die allmähliche Entwickelung der organischen Welt eine an allen Orten unseres Planeten und zu gleichen Zeiten in gleichem Maße fortschreitende gewesen ist, oder ob auch hier lokale und durch Nebenumstände bedingte Verschiedenheiten stattgefunden haben, das ist eine andere, und zwar eine sehr schwierige Frage. Den Fall gesetzt, daß die Entwickelung ausgegangen wäre von einem Punkt a, um durch die Punkte b, c, d und e hindurch an einem Punkt g zu enden, so wäre es noch lange nicht gewiß und über alle Zweifel erhaben, ob, wenn zum Beispiel der Punkt d in den vom Europa der Gegenwart ein-

genommenen Arealen erreicht war, dies sich auch in den von Amerika oder Australien bedeckten Gebieten so verhielt, und ob nicht etwa die Umwandlung, resp. die Vervollkommnung in Europa den Punkt e schon passiert und überwunden haben könnte, während die Entwickelungsstufe in anderen Erdteilen noch bei c oder bei d stand. Ferner kommt hier noch in Betracht, ob die Entwickelung von ihrem Anfangs- bis zu ihrem Endpunkte überall dieselben Stadien durchlief, oder ob nur diese ersteren dieselben, die Zwischenstufen aber für andere Gebiete andere sein konnten. Die Entwickelung des Pferdestammes scheint in manchen Beziehungen darauf hinzudeuten, denn dieselbe hat sowohl in Europa, als auch in Amerika von ungefähr gleichen Anfangspunkten ausgehend das gleiche Endziel, unser heutiges Pferd erreicht, die Zwischenstufen sind aber in beiden Weltteilen etwas andere und decken sich nicht vollständig. Doch ist dies alles nur mehr oder weniger Vermutung, denn gerade hier ist noch viel zu erhellen. Der hier angeführte Umstand wird von manchen Paläontologen überhaupt nicht zugegeben und dessen scheinbares Bestehen zurückgeführt auf unsere noch höchst mangelhafte Kenntnis der hier maßgebenden Verhältnisse. Eines steht jedenfalls fest, das ist die Thatsache, daß die Umwandlung der Formen in den großen Tiefen des Meeres sehr viel langsamer vor sich geht, als im Seichtwasser. Nach Pfeffer soll sich die Tiefseefauna erst etwa in den früheren Kreidezeiten ausgebildet haben, da vorher die Temperatur des Ozeans überall eine andere und wärmere war, so daß eine der Hauptbedingungen für das Entstehen der Tiefseefauna, nämlich sehr kaltes Wasser in

den Abgründen des Meeres nicht vorhanden sein konnte. Die niedrige Temperatur und die Öde der Lebensbedingungen in der Tiefsee gaben aber seither nur wenige Veranlassung zur Umbildung der Arten, wie der Genannte betont, und so wird man billig erwarten können, hier noch eine Anzahl alter Kreidetiere in ziemlich unverändertem Zustande anzutreffen, was denn auch in Wirklichkeit so ist, denn eine ganze Reihe von Typen, besonders von Stachelhäutern und von Krebsformen, die im Seichtwasser seit der Kreide fast oder völlig ausgestorben waren, sind durch die Tiefseeforschungen der Gegenwart den Lebenden wiedergegeben.

Die allmähliche Vervollkommnung des Tier- und Pflanzenreichs von rein entwickelungsgeschichtlichem Standpunkte aus zu studieren, also die Fossilien nicht von der geologischen, sondern von der phylogenetischen Seite aus zu betrachten, das ist der andere Zweck, welchen die Paläontologie verfolgt. Unter der phylogenetischen Entwickelung verstehen wir diejenige des ganzen Stammes gegenüber derjenigen des Einzeltieres, welche wir als Ontogenie bezeichnen. Dabei zeigt sich dann, daß in den Schichten unserer Erde eine Anzahl von Fossilien begraben liegen, welche wir in das der Flora und Fauna der Jetztzeit angepaßte System nicht hineinbringen können, weil es Typen sind, denen jede lebende Analoga fehlen. Andererseits treffen wir auch wiederum auf fossile Überreste, welche eine Reihe von Eigentümlichkeiten in sich vereinigen, welche heute gänzlich getrennten Klassen, Ordnungen, Familien und Gattungen der Pflanzen und Tiere einzeln angehören. Es sind die sogenannten Sammel-

formen oder Kollektivtypen. Eines der interessantesten und seltensten Beispiele hierfür ist der Urvogel, Archaeopteryx lithographica, H. von Meyer, eine Form, welche bisher, abgesehen von den Funden einer einzelnen Feder, nur zweimal ans Tageslicht gefördert wurde, und zwar in den dem oberen Jura angehörigen Steinbrüchen der Umgegend von Solnhofen und von Eichstätt in Franken. Das erstgefundene Exemplar wurde nach London verkauft und ist ins britische Museum gekommen, das andere, in vieler Beziehung vollständiger und wertvoller, ist durch die Munifizenz des Herrn Werner Siemens dem deutschen Vaterlande erhalten geblieben. Die kleine Platte Gestein, die es enthält, wurde später vom Museum für Naturkunde in Berlin für 20 000 Mark erworben. Was die soeben erwähnte Feder des Urvogels betrifft, so ist dieselbe von Hermann von Meyer beschrieben worden, von dem auch der Name Archäopteryx herstammt. „Eigentlich eine Ironie des Schicksals," sagt K. Vogt, „denn H. von Meyer, der als Sekretär des seligen Bundestages von der Feder lebte, hatte damit nur sehr wenig zu thun — jährlich etwa zwei Protokolle und acht Tage Arbeit! Er hatte auch viel zu leiden von seiner versteinerten Feder, der Gute, denn die neidischen und bösen Zungen behaupteten, die Feder sei ein Kunstprodukt, und der Sekretär umso leichter damit betrogen worden, weil er Federn überhaupt nicht kenne!" Archaeopteryx lithographica zeigt im allgemeinen den Knochenbau der Vögel, besitzt aber einen langen, aus 20 Wirbeln zusammengesetzten Schwanz nach Art dessen der Reptilien, während die ächten Vögel alle bekanntlich nur ein kurzes derartiges Organ in Form eines

pflugscharförmigen Körpers aufweisen. Dann ist der Bau der Flügel der Archäopteryx wesentlich verschieden von demjenigen bei den jetzigen Vögeln, indem dieselbe drei freie, mit Krallen bewehrte Finger besaß, wovon der erste aus vier Fingergliedern oder Phalangen, der zweite aus dreien und der dritte aus zweien bestand. Dadurch war dieses seltsame Tier in den Stand gesetzt, sich sowohl in den Lüften, als auch auf dem Boden fortzubewegen. Diese soeben aufgeführten Einzelheiten im Knochenbau des Urvogels, ferner gewisse Details in der Lage des Waden- zum Schienbein, dann der Umstand, daß die Zähne der Archäopteryx in besonderen Vertiefungen in Alveolen saßen, sind den Reptilien zukommende Eigenschaften, während der übrige Körperbau und das Federkleid, welches der Urvogel trug, solche der Vögel sind. Archäopteryx ist demnach eine Art Mittelform zwischen zwei heutzutage gänzlich getrennten Klassen des Wirbeltierstammes, zwischen den Reptilien und den Vögeln, ein Kollektivtypus, wenn derselbe auch schon den letzteren näher steht, als den ersteren, und die eigentliche Stammform, von welcher sich die letztere der beiden Klassen abgezweigt hat, schon zur Ahnenreihe des Urvogels selbst gehört haben muß.

Kollektivtypen sind unter den Fossilien in Menge vorhanden, und es sind dieselben schlagende Beweise für die schon von Lamarck vertretene, später aber erst von Darwin und Alfred Russel Wallace wissenschaftlich begründete Transmutationstheorie, d. i. für die Lehre der allmählichen Umwandlung und Vervollkommnung der organischen Wesen in ihrer Entwickelung vom Niederen zum Höheren. Allerdings ist nun die paläontologische

Wissenschaft leider nicht im stande, an der Hand des ihr zu Gebote stehenden Materials diese Entwickelung absolut lückenlos nachzuweisen. Aber diese Mängel und Lücken werden verständlich, wenn wir uns vergegenwärtigen, wie



Fig. 20 Archaeopteryx lithographica, H. von Meyer. Aus dem Jura von Eichstätt in Franken. Berliner Exemplar.

wenig uns im Grunde durch den Fossilifikationsvorgang von allen den Tieren und Pflanzen überliefert worden ist, welche die Erde seit dem ersten Auftreten des organischen Lebens auf unserem Planeten überhaupt bevölkert haben. Mit ganz geringen Ausnahmen sind es ja nur

die Reste von mit Hartteilen ausgerüsteten Wesen, die uns erhalten geblieben sind, und die meisten derjenigen Formen, welche derartige Gebilde nicht besaßen, haben kaum eine Spur ihres Daseins in den Gesteinen unserer Erde hinterlassen! Ferner hat ja die überwiegende Mehrzahl der fossilen Typen die Meere belebt, und, abgesehen von den Pflanzen, sind die Überreste von Landbewohnern nur in ganz seltenen und nur durch günstige Umstände bedingten Fällen auf die Nachwelt gekommen. Sodann ist doch nur ein geringer Bruchteil unseres Erdballs unseren Beobachtungen und Untersuchungen zugänglich, denn einmal sind viele Gebiete des Planeten dem Menschen noch gänzlich unbekannt, und fürs andere fluten die Wogen des Weltmeeres über ausgedehnte Flächen dahin, so daß uns also wohl recht viele Beweisstücke für die Transmutationstheorie entzogen sind. Des weiteren war ja das Bodenrelief unserer Erde von alters her stetigen Veränderungen unterworfen, Kontinente entstanden und vergingen wieder, an die Stelle des Ozeans trat Land und umgekehrt. Infolgedessen sind viele Sedimente wieder zerstört, manche Ablagerungen wieder erodiert worden, und die organischen Überreste aus der Zeit ihrer Bildung gingen so für immer verloren. Ein unparteiischer und unbefangener Beobachter wird aber zugeben müssen, daß so lückenhaft die Entwickelungsreihe auch ist, welche die paläontologische Wissenschaft aufzustellen vermag, dieselbe aber dennoch eine Reihe der glänzendsten Argumente für die genannte Transmutationstheorie erbracht hat, Beweise von solcher Art und von solchem Gewicht, daß, wie das vielfach von seiten derjenigen Leute geschehen

ist, denen diese Lehre nicht paßt, eine geringschätzige Behandlung aller dieser Thatsachen, ein höhnisches Achselzucken über die Resultate jahrelanger und ernstester Arbeit durchaus nicht am Platze ist. Ein solches Vorgehen dürfte viel eher geeignet sein, auf diese Feinde wahrer Forschung ein schiefes Licht zu werfen. Man hat vielfach von gegnerischer Seite behauptet, die Transmutationstheorie stünde im direkten Widerspruch zu den Lehren der heiligen Schrift und zur mosaischen Schöpfungsgeschichte. Wir wollen uns auf eine derartige Kontroverse hier nicht einlassen, wir können aber dennoch nicht umhin, zu bemerken, daß dem durchaus nicht so ist. In welchem Sinne die Darstellung von der Erschaffung der Welt, so wie Moses uns dieselbe überliefert hat, aufgefaßt werden muß, darüber haben wir unsere Meinung, welche übrigens auch von gemäßigter und verständiger theologischer Seite im allgemeinen geteilt werden dürfte, schon in den einleitenden Worten zum ersten Bande dieses Werkes gesagt. Und was den Einwand betrifft, daß die Lehre Darwins im Widerspruch zur derjenigen der christlichen Kirche stehe, so ist derselbe ein in jeder Beziehung unberechtigter und auf höchst unklaren Vorstellungen der Anschauungen des großen Briten und seiner Anhänger beruhender. Die Erdgeschichte liefert uns die Beweise, daß die Entwickelung der organischen Welt eine allmähliche war, daß die älteren Formen nach und nach verschwinden, um neuen Typen Platz zu machen. Stellen wir uns nun auf den Standpunkt der mosaischen Erzählung, so müßten wir einfach annehmen, daß der Schöpfer seinen Schöpfungsakt mehrfach wiederholt hat, und zwar derart, daß derselbe die zuerst

erschaffenen Typen wieder untergehen ließ, um neue ins Leben zu rufen, welche immer noch nicht sein Wohlgefallen in vollem Maße hatten, und daß die Vernichtung der Lebewelt und die Schöpfung einer neuen noch mehrere Male vor sich gehen mußte, ehe Gott sprechen konnte: „Und er sahe, daß es gut war“. Denn auf andere Weise, so will uns scheinen, läßt sich die Darstellung des heiligen Mannes nicht in Einklang bringen mit den vorhandenen, unleugbaren und nicht fortzudisputierenden Thatsachen, welche Geologie und Paläontologie festgestellt haben. Ist es da nicht viel besser und logischer, entspricht es nicht vielmehr der Vorstellung, welche wir uns von dem allmächtigen Schöpfer und Lenker des Weltalls machen müssen, wenn wir unsere Anschauungen dem anpassen, was seine Schöpfung selbst uns lehrt, nämlich daß es dem Herrn über das All' gefallen hat, das organische Leben sich von einer niederen Stufe zu einer höheren entwickeln zu lassen und seine Geschöpfe immer mehr und mehr zu vervollkommnen, bis zur Krone des Ganzen, zum Menschen, dem er seinen Odem einblies und den er schuf zu seinem eigenen Bilde? Daß man ein frommer und ein gläubiger Mann sein kann und dennoch ein Anhänger der Umwandlungslehre, das hat ein großer deutscher Gelehrter, einer der größten unter seinen Fachgenossen aller Länder überhaupt, das hat F. A. von Quenstedt glänzend bewiesen, der sein Lehrbuch der Fossilienkunde mit den denkwürdigen Worten beschließt, welche wir im folgenden unverkürzt wiedergeben wollen. „Die heutige Schöpfung,“ so sagt der verewigte Tübinger Gelehrte, „schließt sich mit allen ihren Formen der unter-

gegangenen so eng an, daß wir sie als das Resultat jener früheren Weltepoche betrachten dürfen. Sie, die jüngste, übertrifft an Mannigfaltigkeit und Fülle die einzelnen ihr vorausgegangenen Formationen, ist aber wohl auch noch, wie alles Irdische, im stetigen Werden begriffen. Dereinst wird sie ihren Höhepunkt erreicht haben, und dann vielleicht ebenso allmählich wieder in immer anderen und anderen Arten dem Untergang entgegeneilen. Freilich gehen unsere Forschungen noch nicht so tief, daß wir an lebenden Tieren und Pflanzen scharfe Beweise für Veränderung in historischer Zeit geben könnten, höchstens daß einige vom Schauplatz abgetreten sind, andere sich in verschiedene Rassen getrennt haben, und von den vielen neueren Species, die täglich in ferneren Weltteilen zum Vorschein kommen, müssen wir meinen, sie lebten seit undenklichen Zeiten, weil wir ihren Ursprung nicht kennen. Allein wenn alle diese Bilder einmal erkannt sein werden, was freilich eine unendliche Aufgabe ist, dann muß sich auch im kleinen herausstellen, was im großen die vorsündflutlichen Formationen auf das deutlichste zeigen: daß auf Erden nichts unveränderlich feststeht. Wie das Individuum, so trägt auch die Art den Keim des Lebens und des Todes in sich! Wenn es aber schon schwer wird, das Individuum treu nach seiner Form und Lebensentwickelung aufzufassen und darzustellen, so ist das bis jetzt in Beziehung auf die Art unmöglich geblieben: hier ist uns eine Schranke gesetzt, die noch kein Talent durchbrochen hat, und auch sobald nicht durchbrechen wird".

Das von Linné einst aufgestellte Dogma von der

Konstanz, von der Unabänderlichkeit der Art, hat schon im Anfang unseres Jahrhunderts in den beiden Naturforschern Lamarck und Geoffroy St. Hilaire heftige Gegner gefunden, aus der Welt ist es jedoch erst durch das epochemachende Werk Darwins: „Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl", das im Jahre 1859 erschien, geschafft worden. Auf unserem Planeten sind mehr Geschöpfe vorhanden, als darauf existieren können, und dieserhalben muß zwischen denselben notwendigerweise ein Streit um die Existenz, ein Kampf ums Dasein entstehen, die concurrence vitale, wie der Franzose diese Fehde nennt, der struggle for life der Engländer. Die Schwächeren müssen in diesem Kampfe unterliegen und die Stärkeren gehen als Sieger daraus hervor, und nur die für die Fortpflanzung und Erhaltung der Art geeignetsten Organismen bleiben erhalten. Durch den Wettbewerb der Lebewesen um die vorhandenen Existenzmittel bringt die Natur also eine Auslese unter den Organismen, die natürliche Zuchtwahl hervor. Die auf solche Weise auserwählten Individuen werden sich weiter fortentwickeln und vermittelst ihrer Eigenschaft sich jeweils mehr oder weniger den obwaltenden Verhältnissen anzupassen, allmählich eine höhere und vollkommenere Stufe erreichen und die so erlangten Veränderungen in ihrer Organisation auf ihre Nachkommen vererben können. Die fortschreitende Entwickelung greift also hier Platz. Von einer solchen sind aber die schwächer ausgebildeten Formen ausgeschlossen; dieselben gehen entweder zu Grunde, oder ungünstige Lebensverhältnisse zwingen sie zu einer rückschreitenden Anpassung, sie müssen auf eine niederere

Entwickelungsstufe zurückgehen, sie unterliegen der rückschreitenden Entwickelung. Dies die hauptsächlichsten Punkte, um welche sich der uns hier berührende Teil der Darwinschen Lehre dreht. Wir können dieses Thema hier nicht weiter behandeln, denn es liegt dasselbe außerhalb des Rahmens unseres Buches. Die Grundzüge der Transmutationstheorie mußten wir aber zum besseren Verständnis der nun folgenden Kapitel unseren Lesern vorführen, womit wir aber durchaus nicht sagen und behaupten wollen, daß wir mit allen den hier angeführten Anschauungen Darwins gänzlich einverstanden sind. Es will uns im Gegenteil scheinen, daß, so fest und unabänderlich die allmähliche Umwandlung der organischen Welt und deren Vervollkommnung im Laufe der geologischen Perioden auch als Thatsache dasteht, dennoch die Art und Weise, auf welche diese Umwandlung vor sich gegangen ist, nicht ganz der Lehre Darwins entsprechen dürfte, daß nicht bloß natürliche Zuchtwahl und Kampf ums Dasein hier die maßgebenden Faktoren gewesen sind, sondern vielleicht nur nebensächlich mitwirkende Umstände, welchen der große englische Naturforscher wohl einen allzu großen Wert und gar zu viel Bedeutung beigemessen hat. Der Zukunft bleibt es vorbehalten, festzustellen, ob nicht vielmehr andere Dinge in erster Linie bei der Transmutation der Formen in Betracht zu ziehen sind, Ursachen, welche im Inneren der Lebewesen selbst beruhen, wie das schon K. E. von Bär, der bekannte Embryologe, der Botaniker Nägeli, der Anatom Kölliker und auch die Philosophen Schopenhauer und Eduard von Hartmann angedeutet und ausgesprochen haben. „Nicht durch blind wirkende, ziellos nach allen

Seiten auslaufende Variationen," so sagt Otto Hamann in seinem vor kurzer Zeit erschienenen Buche über die Entwickelungslehre und den Darwinismus, „sondern in zielstrebiger Weise vollziehen sich die Veränderungen im Organismus. Die inneren im Keime liegenden Triebfedern sind für sie das Ausschlaggebende bei jeder Entwickelung." Sollte sich mit der Zeit auch als gewiß und bestimmt herausstellen, daß dem so ist, so wird das große Verdienst Charles Darwins dadurch dennoch nicht geschmälert werden, denn „an seinen Namen knüpft sich eine der bedeutungsvollsten Umwälzungen auf dem Gebiete der Naturforschung, welche nicht nur die Wissenschaft als solche betrifft, sondern in der Folge auch unsere allgemeine Weltansicht tiefgreifend beeinflußt und umgestaltet hat." Von Darwin aber werden für alle Zeiten die Worte Geltung haben, welche einer unserer bedeutendsten Lyriker, H. Heine, von sich selbst gesagt hat:

„Nennt man die großen Namen
Wird auch der seine genannt."

Fünftes Kapitel

Von der Pflanzen- und Tierwelt der paläozoischen Ära

Etwas von den Gesteinen der paläozoischen Ablagerungen. Die Grauwacken. Die paläozoische Flora. Baumfarne, Calamarieen und Lycopodiaceen. Die Riesenschachtelhalme, die Schuppen- und die Siegelbäume. Ein Kollektivtypus der Pflanzenwelt: Cordaites. Die Tierwelt des Paläozoicum. Protozoen und Pflanzentiere: Fusulina, tetramere Steinkorallen und Graptolithiden. Die Beutelstrahler und die Seelilien. Mooskorallen und Armfüßer. Die Weichtiere der paläozoischen Zeit. Die fossilen Kopffüßer. Paläozoische Gliedertiere: Die Trilobiten und die Gigantostraken. Insekten aus der Steinkohlenperiode. Seltsame Fischtypen, die Panzerganoiden und die heterocerken Schmelzschupper. Schuppenlurche und Reptilien. Schluß.

In fünf große Abteilungen, Systeme oder Formationen genannt, zerfällt die Gruppe der paläozoischen Sedimente, welche in ihrer Gesamtheit eine Mächtigkeit von nicht weniger denn 25000 Meter aufweisen dürften (siehe hier Bd. I, Seite 283). Sandsteine, Konglomerate, Kalksteine und Grauwacken sind die vornehmlichsten Bildner dieser Ablagerungen. Was die drei erstgenannten Namen besagen, das ist uns ja schon bekannt, nicht jedoch das,

was man unter der Bezeichnung Grauwacke zu verstehen hat. So nennt man nämlich Gesteine, welche aus rundlichen Bruchstücken von Quarz, Feldspatkörnern, von Thonschiefern, Kieselschiefern, oftmals auch aus Glimmerblättchen bestehen, die durch thonige oder thonigkieselige, zähe Bindemittel zusammengehalten werden. Die dunkelgraue bis schwärzliche Färbung dieser Felsarten bedingen ganz feine, aber in großer Menge darin verstreute staubartige Partikelchen von Kohlensubstanz, und zwar von Anthracit. Zuweilen zeigt die Grauwacke eine krystalline Ausbildung ihrer Grundmasse, manchmal wird das Gestein auch schieferig und muß alsdann als Grauwackenschiefer bezeichnet werden.

Ganz fremdartig muten uns die Flora und die Fauna an, welche damals unseren Planeten bevölkerten, und auffallend und überraschend ist zugleich der Formenreichtum, welcher sich schon in den untersten fossilführenden Schichten unseren erstaunten Blicken offenbart. Nur wenige Gattungen treffen wir an, welche unter den Pflanzen und Tieren der Jetztwelt noch einige verwandte Typen aufzuweisen hätten, mit solchen der mesozoischen oder gar der känozoischen Ära völlig identische Arten würden wir vollends umsonst suchen. Dieselben sind nicht vorhanden. Da die Ablagerungen aus jener fernen Zeit vorwiegend mariner Natur sind, d. h. soweit wir solche augenblicklich kennen, so kann es uns nicht wundern, wenn auch die überwiegende Mehrzahl der paläozoischen Fossilien, insofern dies die Tierwelt betrifft, Seetiere gewesen sind. Werfen wir zuerst auf die Flora einen Blick, so bieten sich uns erst nur gar wenige und ärmliche Formen dar, und zwar kalk-

inkrustierende Meeresalgen aus der Familie der verticillierten Siphoneen, die im Silur in gewaltigen Massen gesteinsbildend auftreten, wie wir neuerdings durch Stolley wissen, dann sogenannte Fucoiden, deren pflanzliche Natur übrigens noch nicht einmal über alle Zweifel erhaben ist, denn die dafür angesprochenen Reste, deren einen die nebenstehende Figur 21 zeigt, werden von vielen Forschern für Spuren von Kriechtieren gehalten. Auch Abdrücke medusenartiger Wesen hat man in derartigen Gebilden erkennen wollen. Die allerersten unzweideutigen Spuren von Landpflanzen finden sich erst in den Schichten des Untersilur, im sogenannten Cincinnati-Kalk Nordamerikas, und zwar die Gattungen Psilophyton und Sphenophyllum, deren erstere mit den heutigen Bärlappgewächsen eine entfernte Verwandtschaft gehabt haben dürfte, während die letztere an die Schachtelhalme erinnert. Der ausgezeichnete Kenner fossiler Gewächse, Brongniart, war der Meinung, Sphenophyllum sei eine Gymnosperme, also eine nacktsamige phanerogame Pflanze, ein schon hoch entwickelter Typus gewesen, während jetzt wohl zweifellos feststeht, daß diese Form zu den Gefäßkryptogamen gehört hat, zu welchen mit nur wenigen Ausnahmen die haupt-

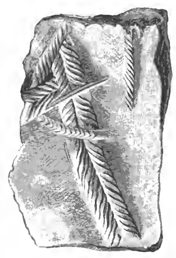


Fig. 21. Cruziana bagnolensis, Morière. Cambrium von Bagnoles in Frankreich.

sächlichsten Vertreter der Pflanzenwelt in paläozoischer Zeit gestellt werden müssen. Diese letzteren sind nun in erster Linie Baumfarne, schachtelhalmartige Gewächse, die Calamarieen, sodann nicht minder große bärlappartige Bäume,



Fig. 22b. Dieselbe, stark vergrößertes Fiederchen.



Fig. 22a. Neuropteris flexuosa, Brgt.



Fig. 23. Sphenopteris obtusiloba, Brgt. Fiederchen, vergrößert.

die Lycopodiaceen gewesen. An dieselben schließen sich noch einige höher organisierte Formen der Flora an, und zwar ächte Gymnospermen, als Palmfarne oder Cycadeen, sodann die Cordaiteen, ein gänzlich ausgestorbener Pflanzentypus von umstrittener systematischer Stellung, denn derselbe zeigt

einerseits Annäherung an die Palmfarne, andererseits an die Nadelhölzer. Wir haben also hier einen Kollektivtypus



Fig. 24a. Pecopteris dentata, Brgt. Carbon.



Fig. 24b. Dieselbe Art. Stark vergrößertes Fiederchen.



Fig. 25. Cardiopteris frondosa, Goeppert. Carbon.

unter den Pflanzen vor uns. Endlich treten auch besonders zu Ende der paläozoischen Periode Nadelholzbäume selbst

auf. Die Vertreter der höchsten Stufe unter den Gewächsen unserer Erde, die Dicotyledonen, fehlten damals noch vollständig, soviel wir bis heute davon wissen. Trotz ihrer Riesenformen hatte die Flora jener Zeit demnach ein höchst einförmiges Gepräge, wenn wir dieselbe vergleichen mit derjenigen unserer Tage, in welcher jene damals noch nicht vorhandene Klasse etwa 96% der Gesamtformen für sich in Anspruch nimmt.

Was nun die Baumfarne anbetrifft, so gehört der weitaus größte Teil derselben Typen an, über deren genauere systematische Stellung innerhalb der Klasse der Farne wir uns deshalb im Unklaren sind, weil uns die zu ihrer näheren Bestimmung notwendigen Organe, so in erster Linie diejenigen der Fruktifikation nur in sehr seltenen Fällen erhalten geblieben sind. Sphenopteris (Fig. 22), Neuropteris (Fig. 23), Pecopteris (Fig. 24) und Cardiopteris (Fig. 25), Formen, welche besonders in dem carbonischen Systeme eine große Rolle gespielt haben, übrigens auch teilweise schon in älteren Schichten auftreten und bisweilen noch in jüngeren Ablagerungen vorhanden sind, sind typische Beispiele für derartige paläozoische Baumfarne. Nicht nur Blätter und Fiederchen oder auch ganze Zweige dieser Gewächse hat uns der Schoß der Erde aufbewahrt, nein, auch die Stämme selbst sind fossilificiert worden, ebenso teilweise die Wurzelstöcke. Da ist z. B. die Gattung Psaronius (Fig. 26), die sehr oft verkieselt vorkommt und uns durch diesen Umstand ihre Untersuchung wesentlich erleichtert. Diese Form muß wohl einem Baumfarn angehört haben, welcher einige Verwandtschaft mit der heute noch lebenden und auch schon

in mesozoischer Zeit vertretenen Familie der Marattiaceen aufwies, und ist deshalb auch bekannter geworden, weil aus ihren in Achat umgewandelten Überresten vielfach Schmuckgegenstände gefertigt werden. Die Bruchstücke der Rinde von Psaronius zeigen nämlich zahlreiche regelmäßige und fast immer gleichgroße, rundliche bis ovale, dichtgedrängt stehende Flecken von weißlicher oder rötlicher Farbe, welche sich von einem dunkeln Untergrund sehr schön

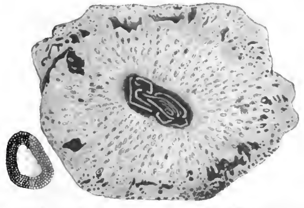


Fig. 26. Psaronius Cottai, Corda. Querschnitt. Ein „Staarstein"; im mittleren Teil die wurmartig gekrümmten Gefäßbündel („Wurmstein"). Links der Durchschnitt durch eine Adventivwurzel der Rinde („Sternstein").

abheben, so daß das Ganze dem Gefieder eines Staares nicht unähnlich aussieht, weshalb man solche Fossilien auch Staarsteine genannt hat. Die zahlreichen, die Rinde durchziehenden Adventivwurzeln sind es, welchen Psaronius dieses eigentümliche Aussehen seiner fossilen Rindenstücke verdankt und deren Querschnitt die Flecke in der verkieselten Holzmasse verursacht. Nicht nur der Querschnitt der Rinde, sondern auch derjenige des Holzcylinders unserer fossilen Farngattung ist infolge der

besonderen Anordnung der Gefäßbündel in diesen Teilen der Pflanze charakteristisch gezeichnet. In den Wurzelteilen tritt beim Anschleifen ein sternartiges Gebilde hervor, weil die Gefäßbündel in denselben radial angeordnet sind, die sogenannten Sternsteine, während die dem Holzcylinder entstammenden Teile wurmartige Zeichnungen aufweisen, denn hier sind die genannten Organe im Querschnitt einfach oder auch doppelt hufeisenförmig gekrümmt und gebogen, teils nach in-, teils nach auswärts. Dieser letztere Umstand war schon den Alten, bekannt und derartig

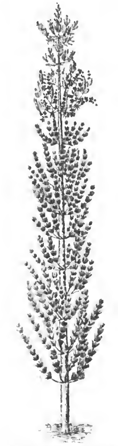


Fig. 27a. Calamites Sachsei, Stur. Mit verschieden beblätterten Ästen und Zweigen.

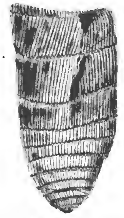


Fig. 27b. Calamites Suckowii, Brgt. Vollständige Basis des Stammes.

aussehende fossile Farnstücke nannten sie Helmintholithe, Maden- oder Wurmsteine.

Die Calamarieen besitzen einen gefurchten hohlen Stamm, der in einzelne durch eine Scheidewand voneinander getrennte Abteilungen gegliedert ist. Während die vorweltlichen Typen dieser Klasse der Gefäßkryptogamen zum Teil in wahren Riesenexemplaren vorhanden gewesen sind, bestehen deren jetzige Vertreter aus niederen krautartigen Formen mit einem weitkriechenden unterirdischen Wurzelstock und alljährlich absterbenden oberirdischen Teilen. Nur die Schachtelhalme, die Equiseteä, sind in der Flora der Gegenwart noch vorhanden von jener einstmals so gewaltig entwickelten Abteilung des Pflanzenreichs, welche die Wälder der paläozoischen und teilweise auch noch der mesozoischen Ära zusammensetzen half. Die vorstehende Abbildung (Fig. 27) veranschaulicht das Aussehen jener Goliathe unter den Schachtelhalmen. Die Figur ist unter Leitung sachkundiger Hand angefertigt worden und stellt einen restaurierten Typus der Calamarieen dar, eine Form der für die Steinkohlenzeit besonders wichtigen Gattung Calamites. Die Wurzeln der Calamiten waren cylinderförmige Körper, und der Stamm hat mit einer nach unten zu sich immer mehr und mehr verjüngenden Basis angefangen. Besonders eigen-

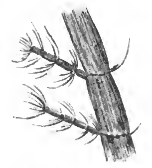


Fig. 28. Asterophyllites equisetiformis, Schloth. sp. Carbon.

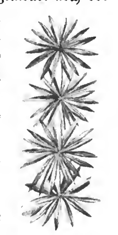


Fig. 29. Annularia Geinitzii, Stur. Langblätterige Annularia. Carbon.

tümlich ist die Beblätterung der Calamiten gewesen, da verschiedenerlei Blattformen an verschiedenen Stellen der selben Pflanzen auftreten können. Man hat die betreffenden beblätterten Zweige früher als zu verschiedenen Arten, Gattungen und Familien gehörig angesehen. So sind die Asterophyllites (Fig. 28) und Annularia (Fig. 29—30) genannten Blätter von linealer oder auch lanzettlicher Gestaltung und besitzen einen Mittelnerv, stehen dann auch in Quirlen um den Stamm, während anderen keilförmigen, vorn gezähnten oder mit Zipfeln versehenen Blattgebilden der Name Sphenophyllum zugelegt worden ist. Dieser letztgenannten Gattung sind wir ja schon weiter oben begegnet. Die mit der Asterophyllites- und Annularia-Beblätterung versehenen Zweige trugen vielfach kleine, die Sphenophyllum-Äste dagegen größere und umfangreichere Fruchtähren an der Spitze.



Fig. 30. Annularia brevifolia, Brgt. Kurzblätt. Annularia. Carbon.

Mit den Bärlappen der jetzigen Flora, mit den Lycopodiaceen sind die Schuppenbäume, die Lepidodendreen, und die Sigillarien oder die Siegelbäume verwandt. Während aber auch die Bärlappe nur kleine immergrüne Gewächse sind, so wuchsen deren vorweltliche Vertreter zu riesigen Bäumen heran, deren Stämme einen Meter und darüber an Durchmesser hatten, vielfach verzweigt waren und

lanzettliche lineal-pfriemliche Blätter und ähren- oder zapfenförmige Fruchtstände besaßen, die Lepidostrobus genannt worden sind (Fig 31). Ein einziges Mal bis jetzt ist ein solcher Fruchtzapfen in derartig gutem verkieseltem Zustande erhalten gefunden worden, daß man sich sogar über die innere Organisation desselben Rechenschaft zu geben vermocht hat. Es ist dies das nebenstehend abgebildete Exemplar, welches eine Zierde der paläontologischen Sammlung der Straßburger Hochschule gewesen ist. Die Rinde der Siegel- und der Schup-

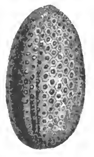
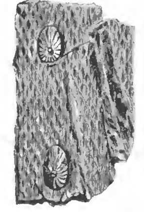


Fig. 31. Lepidostrobus Dabadianus, Schimper. Carbon.







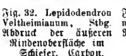


Fig. 32. Lepidodendron Veltheimianum, Stbg. Abdruck der äußeren Rindenoberfläche im Schiefer. Carbon.

Fig. 33. Lepidodendron Veltheimianum, Stbg. Abdruck der äußeren Rindenoberfläche. Kleine Blatt- und große Zweignarben. Carbon.

Fig. 34. Lepidodendron Sternbergi, Brgt. Carbon.

penbäume war mit regelmäßigen rhomboidalen Polstern und Blattnarben bedeckt, wie das die in den Fig. 32, 33 und 34 wiedergegebenen fossilen Bruchstücke dieser Gewächse

zeigen. Fig. 32 und 33 stellen Stücke der Rindenoberfläche einer der häufigsten Arten, von Lepidodendron Vel-

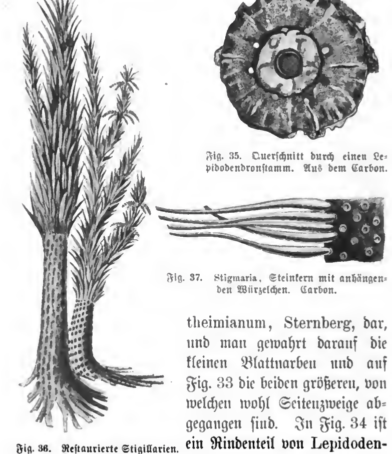


Fig. 35. Querschnitt durch einen Lepidodendronstamm. Aus dem Carbon.

Fig. 37. Stigmaria, Steinkern mit anhängenden Würzelchen. Carbon.

Fig. 36. Restaurierte Sigillarien.

theimianum, Sternberg, dar, und man gewahrt darauf die kleinen Blattnarben und auf Fig. 33 die beiden größeren, von welchen wohl Seitenzweige abgegangen sind. In Fig. 34 ist ein Rindenteil von Lepidodendron Sternbergi, Brongniart, welcher uns die Ausbildung der Blattpolster und der Blattnarben erklären soll, abgebildet, in Fig. 35 endlich ein Querschnitt durch den Stamm von L. selaginoides,

Williamson, von dessen äußerer Umhüllung nur spärliche Reste erhalten sind, während man den Bau des mittleren Teils, des sogenannten Mittelcylinders, von welchem radiale Spalten, die Blattbündel enthaltend, ausgehen, deutlich sieht. Im Centrum ist ein Gefäßbündelstrang vorhanden, dessen Innenrinde leider zerstört ist. Fig. 36 zeigt uns zwei restaurierte Siegelbäume mit den verzweigten Wurzeln, den sogenannten Stigmarien, von welchen Fig. 37 ein Bruchstück mit daranhängenden Nebenwürzelchen wiedergiebt, und den schmalen und gleichartig gebildeten Blättern. Die Oberfläche der Sigillarien ist mit Längsfurchen bedeckt, und zwischen diesen sind die Blattnarben in abwechselnder Ordnung übereinander und in Spiralen angeordnet. Die Sigillarien waren zweifellos den Lepidodendreen sehr ähnlich gestaltet, vielleicht wohl etwas weniger verästelt, als diese letzteren, wie denn auch die Siegelbäume sich in vielen Merkmalen auf das innigste an die Schuppenbäume anschließen, und sich deren fossile Reste eigentlich nur auf Grund der Beschaffenheit der Rindenoberfläche unterscheiden lassen, was durchaus nicht immer leicht ist. Während die Blattpolster der Lepidodendreen rhombischen Umriß aufweisen, sind diejenigen der Sigillarien mehr polygonal gebaut, können sich jedoch den ersteren sehr nähern, wie denn auch die Fruktifikationsorgane für eine nahe Verwandtschaft beider Formen zeugen dürften. Ein ganz gewaltiger Stumpf eines derartigen Lepidodendron- oder Sigillariabaumes — die Form läßt sich leider nicht mehr genauer bestimmen — ist neuerdings im Lichthofe der kgl. geologischen Landesanstalt und Bergakademie in Berlin aufgestellt worden.

Derselbe, das größte paläozoische Fossil des Kontinents, stammt aus dem Piesberger Steinkohlenbergwerk bei Osnabrück.

Über die systematische Stellung der Cordaiteen, die sich einerseits an die Palmfarne, und zwar im Bau ihrer Fruchtblüten, andererseits aber an die echten Nadelhölzer anschließen, hierin durch die Gestaltung ihrer Staubblüten, so besonders an die breitblätterigen Formen unserer Eibe (Taxus baccata), oder an die Gattung Gingko, mit welcher wir uns noch später zu beschäftigen haben werden, wurde schon weiter oben gesprochen. Die Cordaiteen, benannt von Grand'Eury nach dem berühmten böhmischen Botaniker August Joseph Corda, dem Verfasser eines Buches über die Flora der Vorwelt, stellen einen ausgestorbenen Pflanzentypus dar, welcher Bäume von 20—30 Meter Höhe umfaßte. Ihr Holz glich demjenigen der Nadelhölzer, besonders dem der Dammarafichte, und ihre Blätter standen gebüschelt an der Spitze der Zweige, waren übrigens bei den verschiedenen Arten ziemlich ungleich ausgebildet, von 0,2—1 Meter lang und bis 0,20 Meter breit, von lederartigem Aussehen und durchzogen von starken Nerven. Die nebenstehenden Abbildungen mögen uns eine Vorstellung dieses Kollektivtypus in der paläozoischen Pflanzenwelt geben. Fig. 38 stellt ein Idealbild von Cordaites nach Grand'Eury vor, und Fig. 39 zeigt einen Blätterbüschel desselben Baumes.

Die Früchte und Samen der verschiedenen Arten von Cordaites werden als Trigonocarpus (Fig. 40), Rhabdocarpus, Carpolithes u. s. f. bezeichnet. Die ersten Spuren der Cordaiteen sind schon in den silurischen Schichten gefunden

worden, seine Hauptentwickelung erreichte dieser Typus jedoch erst in der Steinkohlenzeit. Derselbe hat zweifellos viel zur Bildung der Steinkohlen beigetragen, und meine verehrten Leser haben wohl schon manches Mal

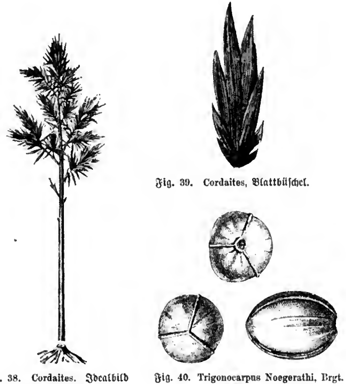


Fig. 39. Cordaites, Blattbüschel.

Fig. 38. Cordaites. Idealbild eines restaurierten Baumes.

Fig. 40. Trigonocarpus Noegerathi, Brgt. Carbon.

fossiles Holz dieses ausgestorbenen Baumes in ihrem Ofen verfeuert, ohne es zu wissen.

Wir haben im Vorhergehenden einen Blick gethan in die floristischen Verhältnisse der paläozoischen Zeit und

wir wenden uns nun zu den Überresten der Fauna jener Periode. Da zeigt sich nun, daß die Mehrzahl der Tierwelt den Pflanzentieren, den Stachelhäutern, den Mollusken oder Weichtieren und den Gliedertieren angehört hat, während die Wirbeltiere noch zurücktreten und erst in der oberen Hälfte der paläozoischen Ablagerung zu größerer Entfaltung gelangten, und zwar in ihrer untersten Klasse, in den Fischen, welche in höchst eigentümlichen Gestalten erscheinen, so als Schmelzschupper, Ganoiden, in einer im Aussterben begriffenen Ordnung dieser Organismen. Die eigentlichen Knochenfische fehlten damals noch gänzlich. Gegen den Schluß der paläozoischen Zeit treffen wir auch auf ganz sonderbare Amphibien, auf die Schuppenlurche oder Stegocephalen, dann auch auf die ersten Reptilien selbst. Doch gehören diese letzteren Fossilien immerhin zu den Seltenheiten.

Die niederste Abteilung der Tierwelt, der Stamm der Urtiere oder der Protozoen, tritt in der paläozoischen Ära gesteinsbildend auf. Mächtige Schichtenreihen der marinen Ablagerungen des Steinkohlensystems, die Fusulinakalke werden gebildet von den zahllosen zierlichen Schälchen einer kleinen kalkschaligen Foraminifere, welche ihrer spindelförmigen Gestalt halber Fusulina (Fig. 41) genannt worden ist, sowie von denjenigen einiger nahe mit ihr verwandter Gattungen. Von den Pflanzentieren zeigen sich uns einige Schwammformen, zum allergrößten Teile nur Typen, welche in der jetzigen Fauna nicht mehr vorkommen und sogar vielfach schon in der mesozoischen Zeit erloschen zu sein scheinen, und auch die Mehrzahl der Korallen läßt uns eine besondere Eigen-

tümlichkeit im Aufbau erkennen, welche vom phylogenetischen Standpunkte aus sehr wichtig ist. Die Madreporarien oder Steinkorallen besitzen nämlich ein zusammenhängendes festes Skelett aus kalkiger Substanz, und zwar weist dasselbe im Inneren eine Anzahl von Sternleisten, von Septen auf, welche bei den mesozoischen, känozoischen und recenten Gattungen sechsstrahlig angeordnet sind. Nur sehr wenige und seltene Ausnahmen, welche diese hexamere Anordnung der Sternleisten nicht zeigen, sind unter den Steinkorallen der beiden genannten Ären vorhanden.

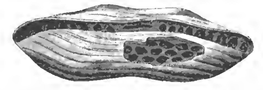


Fig. 41. Fusulina cylindrica. Fischer. Stark vergrößert. Carbon (Kohlenkalk).

In der Entwickelung des Einzeltieres bei den genannten hexamer gebauten Korallen, also in deren Ontogenie, treffen wir nun ein Stadium an, in welchem nicht eine hexamere Einteilung des Korallenkelches, sondern eine bilateral-symmetrische Gestaltung desselben erscheint. Den allermeisten paläozoischen Madreporarien kommt nun eine ähnliche Anordnung der Septen zu, wie diejenige, welche wir soeben schilderten, und welche die Korallen mit hexamerer Ausbildung in ihrer ontogenetischen Entwickelung aufweisen. Diese ersteren sind nämlich bilateral-symmetrisch ausgebildet und besitzen vier ungleich große sogenannte Primärleisten, woran sich dann die übrigen Septen anschließen. Diese Art des Baues

im Kalkgerüst der Steinkorallen nennt man die tetramere. Die älteren Formen der Madreporarier, diejenigen der paläozoischen Ära, sind also tetramer gestaltet, und diese tetramere Ausbildung zeigt sich wiederum bei den hexameren Korallen, und zwar in deren Ontogenie. Wir haben also hier ein Beispiel dafür, daß sich die Phylogenie der ganzen Abteilung in einem ihrer Grundzüge in der Ontogenie des Individuums wiederholt, es enthält also, um mit Neumayr zu sprechen, die Entwickelung dieses letzteren viel Reminiscenzen an die Zustände der Vorfahren. Dergleichen Erscheinungen, welche zu den allerwichtigsten Stützen der Darwinschen Lehre gehören, kann die paläontologische Wissenschaft manches Mal nachweisen, und wir werden Gelegenheit haben, noch des öfteren auf solche Dinge zurückzukommen. In den nebenstehenden Abbildungen (Fig. 42 und 43) erblicken wir zwei Vertreter dieser paläozoischen Steinkorallen, welche man im Gegensatz zu den geologisch. jüngeren Formen, den Hexakorallen, auch Tetrakorallen genannt hat. Die eine der gezeichneten Gattungen ist Omphyma subturbinata, M. Edwards et Haime und stammt aus dem Obersilur Skandinaviens.

In Fig. 42 sehen wir den Korallenkelch von der Seite und von oben. Die tetramere Anordnung der Septen tritt nicht bei allen Formen deutlich hervor, und es bedarf zuweilen genauerer Untersuchung, um darüber Klarheit zu erhalten, so auch hier. Fig. 43 veranschaulicht uns einen anderen Typus der Tetrakorallen, die Gattung Calceola, welche mit einem kalkigen Deckel versehen gewesen ist, wodurch der Kelch hermetisch

abgeschlossen werden konnte, eine Eigentümlichkeit, welche einer kleinen Gruppe der paläozoischen Steinkorallen, den Operculiden, d. i. den mit Deckel versehenen Formen zukommt. Calceola sandalina, Lamarck, die Pantoffelmuschel, hat schon in vergangenen Jahrhunderten von wegen ihrer besonderen Form die Aufmerksamkeit der

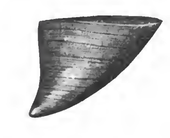






Fig. 42. Omphyma subturbinata, M. Edw. et Haime. Von oben und von der Seite. Obersilur.

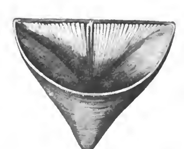


Fig. 43. Caceola sandalina, Lmck. Devon. Von der Seite, mit und ohne Deckel gesehen.

Naturforscher auf sich gezogen, und erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit ist die Korallennatur derselben erkannt worden. Früher brachte man dieselbe bei einer anderen Abteilung des Tierreichs, bei den Brachiopoden unter. Die Pantoffelmuschel ist zugleich eines der ausgezeichnetsten Leitfossilien, die wir kennen und gehört dem mittleren Devon an. Aulopora repens, M. Edwards et Haime, die in Fig. 44 dargestellte Koralle, giebt uns ein Bild eines anderen paläozoischen Typus der Korallentiere, welcher nur röhrige kalkige Kelche, aber ohne Septen, besaß und in der silurischen und in der devonischen Zeit gelebt hat, mit den Röhrenkorallen der Jetztwelt auch vielleicht entfernt verwandt ist. Aulopora bildete kriechende und ästige, auf Gesteinen oder anderen Organismen aufgewachsene Stöcke. So hat sich das hier abgebildete, aus den mittleren Schichten des Devon stammende Exemplar auf einer anderen Koralle (Alveolites) angesiedelt.

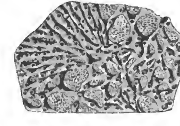
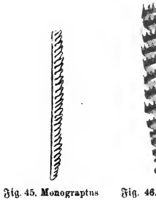


Fig. 44. Aulopora repens, M. Edw. et Haime. Devon.

Graptolithiden hat man in den silurischen Schichten zu hunderttausenden vorkommende fossile Überreste genannt, welche freie, also nicht festgewachsene Stöckchen mit chitinartiger Hülle und einer stabförmigen Achse darstellen und meist linear, doch auch zuweilen blattförmig entwickelt sind. Die geraden, gebogen oder spiral aufgerollten, einfachen, manchmal auch ästigen Gebilde sind entweder auf der einen oder auch auf beiden Seiten der Längs-

achse mit schrägen und zahnartig vorspringenden Zellen besetzt. Ihre Chitinhülle tritt im fossilen Zustande als ein dünnes kohliges Häutchen auf, das in selteneren Fällen jedoch in Eisenkies umgewandelt ist. Meist sind die Graptolithiden flachgedrückt, seltener reliefartig erhalten. Es sind wohl freischwimmende Tiere gewesen, da bisher niemals wurzelartige Ausbreitungen an denselben wahr-



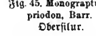


Fig. 45. **Monograptus priodon, Barr.** Obersilur.



Fig. 46. **Monograptus turriculatus, Barr.** Obersilur.



Fig. 47. **Tetragraptus bryonoides, Hall.** Untersilur.

genommen werden konnten, und da sie sich in thonigen und mergeligen Gesteinen vorzugsweise finden, so dürfte die Annahme, daß sie Meeresteile mit schlammigem Untergrund als Wohnorte bevorzugten, gerechtfertigt sein. Unter den Formen der jetzigen Fauna stehen den Graptolithiden die Sertulariden und Plumulariden am nächsten, Abteilungen der Hydroidmedusen. Die Fig. 45 bis 47 stellen solche Graptolithiden dar.

Der große Stamm der Stachelhäuter, Echinodermen,

zerfällt in der Gegenwart in vier Klassen, und zwar in diejenige der Seelilien oder Crinoideen, in die Seesterne, Asteroideen, in die Seeigel, Echinoideen, und in die Seewalzen, Holothurioideen. Nicht alle fossilen Echinodermen kann man nun in den genannten vier Abteilungen unterbringen, zumal eine große Anzahl diesem Stamme angehöriger Typen aufgefunden worden ist, welche die Aufstellung einer fünften, aber gänzlich ausgestorbenen und auf das paläozoische Zeitalter beschränkten Klasse, derjenigen der Cystoideen oder Beutelstrahler nötig gemacht haben. Diese letzteren waren kugelige bis eiförmige, aus zahlreichen Kalktäfelchen zusammengesetzte Körper, welche größtenteils von kleinen Poren wie durchsiebt erscheinen und entweder gar keinen, oder nur einen schwachen, in ganz seltenen Fällen einen längeren den Kelch tragenden Stiel besaßen. Die Beutelstrahler sind, wie der ausgezeichnete, leider zu früh verstorbene Paläontologe Melchior Neumayr meint, wahrscheinlich der Knotenpunkt, in welchem alle Verwandtschaftslinien der Stachelhäuter zusammenlaufen, denn sie haben sowohl zu den Asteroideen und den Seeigeln, als auch zu den Crinoideen Beziehungen. In welcher Art die Beutelstrahler mit den Holothurioideen verwandt sind, das läßt sich darum nicht recht feststellen, weil diese letztere Klasse eines zusammenhängenden kalkigen Gehäuses ermangelt, und nur äußerst spärliche und mehr oder weniger problematische Reste derselben auf uns gekommen sind.

„Von den die Urmeere einst in größter Mannigfaltigkeit bevölkernden Crinoideen,“ spricht Brehm, „hat nur eine einzige Gattung sich sozusagen modernisiert, nur

in ihrer Entwickelung und Verwandlung ein Stück vom alten Zopfe an sich tragend.“ Abgesehen von dieser Form, der Comatula, welche, wie der bekannte Tierkenner richtig betont, ein Stück des alten Zopfes an sich trägt, indem sie in ihrer Jugend gleich den meisten fossilen Seelilien gestielt und erst im erwachsenen Zustande frei ist, hat man bis in die Mitte des vergangenen Jahrhunderts hinein keine anderen lebenden Crinoideen gekannt. Damals erst brachte ein französischer Gelehrter, Guettard, eine recente Form mit, welche er als „Meerespalme“, als





Fig. 48. **Pentatrematites sulcatus, F. Römer.** Carbon. Von unten, oben und von der Seite.

palmier marin beschrieb. Seither sind mehrfach noch lebende Typen von gestielten Seelilien ans Tageslicht gefördert worden, und allein die Challenger-Expedition hat deren 18 neue Spezies gefischt. Diese recenten Crinoideen sind jedoch nur Gattungen, welche bis in die mesozoische Periode hinabreichen und nicht weiter, Formen, die alle in bedeutenden Tiefen leben und nur noch ein schwacher Abklatsch der prächtigen Seelilienfauna sind, welche die paläozoischen Meere ehemals bevölkerte. In jener fernen Zeit hat denn auch diese Klasse ihre Hauptentwickelung gehabt und einen solchen Formenreichtum besessen, daß man, wie Quenstedt betont, kein besseres Beispiel für die

Veränderung der Geschöpfe im Laufe der Zeit auffinden kann, als dieses. Den Anblick einer solchen paläozoischen Crinoidee gewährt uns Fig. 49. Die abgebildete Form gehört der Gattung Ichthyocrinus an, welche im englischen Obersilur besonders heimisch gewesen ist. Auch die übrigen Klassen der Stachelhäuter haben in den paläozoischen Schichtenreihen Spuren hinterlassen, nicht aber in dem Maße, wie die Blastoideen und die Crinoideen. Sowohl Reste von Seeigeln, als auch solche von Seesternen sind bekannt. Diese beiden Abteilungen gelangten jedoch erst in späteren Perioden der Erdgeschichte zur größeren Entwickelung, und die fossilen paläozoischen Typen derselben sind in ihrer Organisation und in ihrem Bau mehr oder weniger verschieden von denjenigen der späteren Zeiten und der jetzigen Fauna.

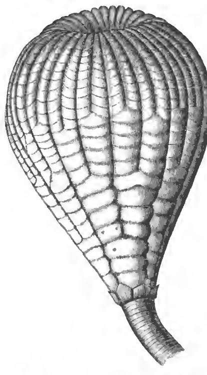


Fig. 49. Ichthyocrinus pyriformis, Morris. Obersilur.

Im gemeinsamen Stamm der Molluscoideen faßt man die Moosforallen oder Bryozoen und die Armfüßer

oder Brachiopoden zusammen, und zwar auf Grund ontogenetischer Verhältnisse, welche beiden, äußerlich so sehr verschiedenen Tierformen gleicherweise zukommen. Während die Moosforallen in ihrer phylogenetischen Entwickelung sehr wenig Bemerkenswertes darbieten — dieselben sind schon in der paläozoischen Ära stark ausgebreitet gewesen und haben sogar förmliche Bryozoenriffe gebildet, geben auch zuweilen ganz ausgezeichnete Leitfossilien ab, so die nebenabgebildete Art Fenestella retiformis, Lonsdale im Zechsteingebirge (Fig. 50) — sind die Armfüßer in dieser Beziehung doppelt interessant. Noch etwa 130 lebende Arten dieses im Aussterben begriffenen Tiertypus hat man bis jetzt kennen gelernt, der ganze und wir dürfen sagen, der geringe Rest einer Klasse, die es in den Meeren der Vorwelt und besonders in denjenigen der paläozoischen Ära zu hoher Blüte gebracht hat und mit hunderten von Gattungen und Untergattungen und vielen tausenden von Arten in denselben verbreitet war. Die Brachiopoden sind mit Schalen oder richtiger gesagt, mit hornigen oder kalkigen Klappen versehene Tiere, welche mit einem längeren oder kürzeren muskulösen Stiel auf anderen Tieren oder Gegenständen aufsitzen. Nur bei gewissen paläozoischen und auch noch zu Anfang der mesozoischen Ära vorhandene Formen scheint der Organismus frei gewesen zu sein. Bemerkenswert ist der Um-

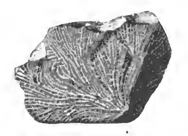


Fig. 50. Fenestella retiformis, Lonsd. Zechstein.

stand, daß eine der wichtigsten Gattungen der mit hornigen Schalen versehenen Typen, Lingula, von den ältesten paläozoischen Zeiten bis zur Gegenwart sich unverändert erhalten hat, wenn auch ihre Hauptentwickelung schon in das Cambrium und in das Silur fällt, in deren Ablagerungen man ungefähr 150 verschiedene Arten unterscheiden kann, gegenüber einem Dutzend in den jetzigen Meeren. Von den Gegnern der Darwinschen Lehre ist diese Thatsache vielfach als Einwurf gegen die Behauptung, der organischen Welt wohne ein Trieb zum Fortschritt inne, angewandt worden. „Unter allen jetzt lebenden Gattungen des Tierreiches," sagt Neumayr, „stellt Lingula den altertümlichsten Typus dar, und die Abweichungen zwischen den Schalen der geologisch ältesten und der jüngsten Vertreter sind außerordentlich gering. Um so bemerkenswerter ist es, daß die lebenden Arten ausschließlich in ganz seichtem Wasser vorkommen; die meisten wohnen zwischen dem Meeresspiegel und 10 Faden Tiefe, und noch nie ist ein Exemplar aus mehr als 60 Faden heraufgebracht worden." Zu einer mit Lingula sehr nahe verwandten Armfüßergattung gehört auch das allerälteste bestimmbare Fossil, das wir überhaupt kennen, Lingulella ferruginea, Salter, dessen winzige Schälchen in den ältesten cambrischen Schichten der Grafschaft Wales gefunden worden sind. Wir geben in den nebenstehenden Abbildungen eine kleine Auswahl aus den wichtigeren Brachiopodenformen der paläozoischen Zeit. Fig. 51 zeigt eine Lingula aus den obersilurischen Schichten Englands, Fig. 52 eine Gattung mit kalkig-horniger Schale Siphonotetra unguiculata, Eichwald, aus dem Untersilur der



Fig. 51. Lingula Lewesii, Sow. Von innen und außen. Obersilur.

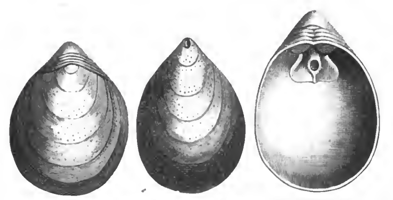


Fig. 52. Siphonotreta unguiculata, Eichw. Ansicht gegen die kleinere und gegen die größere Klappe, sowie die Innenseite der größeren Klappe. Vergrößert. Untersilur.



Fig. 53. Productus giganteus, Sow. Carbon. Stark verkleinert.



Fig. 54. Productus semireticulatus, Feg. Inneres der kleinen Schale. Carbon.

russischen Ostseeprovinzen, die Figuren 53—55 stellen die Gattung Productus dar, und zwar Fig. 53 eine der größten Vertreter derselben, Pr. giganteus, Sowerby, aus dem russischen Kohlenkalk, während Fig. 54 das Innere der kleinen Schale eines Pr. semireticulatus, Fleming, aus den gleichen Schichten Belgiens, mit den sogenannten

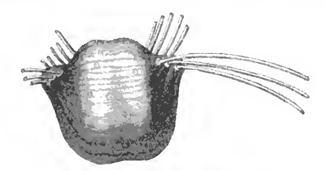
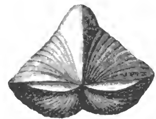


Fig. 55. Productus horridus, Sow. Zechstein.



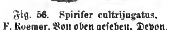


Fig. 56. Spirifer cultrijugatus, F. Roemer. Von oben gesehen. Devon.

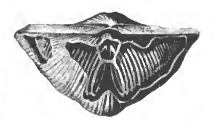


Fig. 57. Spirifer striatus, Sow. Mit dem inneren Armgerüst. Carbon.

nierenförmigen Eindrücken und den Brachialleisten veranschaulicht, welche dazu dienten, den als Arme bezeichneten und für die Klasse charakteristischen Organen Stütze zu gewähren. Fig. 55 giebt ein wichtiges Leitfossil des Zechsteins wieder, den mit langen stachelförmigen Fortsätzen bewehrten Pr. horridus, Sowerby, welchen man

in der Umgebung von Gera in Menge auflesen kann. Die Gattung Spirifer ist in den Figuren 56—57 abgebildet, und zwar stellt Fig. 56 einen devonischen Typus derselben, Sp. cultrijugatus, F. Roemer, dar, und



Fig. 58. Streptorhynchus umbraculum, Davd. Devon.



Fig. 59. Uncites gryphus, Defr. Devon.



Fig. 60. Stringocephalus Burtini, Defr. Devon.

Fig. 57 den Sp. striatus, Sowerby, aus dem Kohlenkalk Englands. Die kleine Klappe ist aufgebrochen, um das bei Spirifer stark entwickelte kalkige und spiralförmig gestaltete Gerüst, den Brachialapparat, zur Stütze der Arme dienend, zu zeigen. Streptorhynchus (Fig. 58),

Uncites (Fig. 59) und Stringocephalus (Fig. 60) sind drei weitere kalkschalige Brachiopodenformen aus den an dieser Art von Fossilien sehr reichen devonischen Schichten der Rheinlande.

Hoch entwickelt waren in den paläozoischen Meeren schon die Weichtiere oder Mollusken. Die Klasse der Muscheltiere oder Lamellibranchiaten und diejenige der Gastropoden oder Schnecken, denen eine Reihe wichtiger Leitformen angehören, so z. B. Megalodon cucullatus, Goldfuss (Fig. 61), im Devon und Schizodus obscurus, Sowerby (Fig. 62), im Zechstein, interessieren uns weder in geologischer, noch in phylogenetischer Beziehung so sehr, als diejenige der Pteropoden oder Flossenfüßer, und als die Kopffüßer, die Cephalopoden. Zu den ersteren stellt man eine Reihe eigentümlicher, in systematischer Beziehung noch wenig bekannter Formen, wie die Tentaculiten und die Hyolithen (Fig. 63), während die letzteren unsere Aufmerksamkeit durch ihre beschalten und gar mannigfach gestalteten Vertreter, welche uns viele gute Leitfossilien

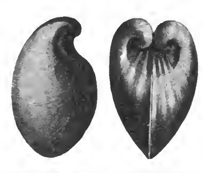


Fig. 61. Megalodon cucullatus, Goldf. Devon.

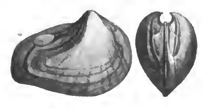


Fig. 62. Schizodus obscurus, Sow. Zechstein.

gegeben haben, in hohem Maße in Anspruch nehmen. Diese beschalten Cephalopoden müssen mit der Ordnung der Vierkiemener, der Tetrabranchiaten, nahe verwandt gewesen sein, von welcher nur noch eine höchst seltene Gattung, der Nautilus, in den Tiefen des Indischen Ozeans lebt. Die Expedition des Challenger hat neuerdings ein Exemplar dieses „Perlbootes“ aus 315 Faden Tiefe herausgefischt. Wie die Schale des Nautilus, so zeigt auch diejenige der fossilen Tetrabranchiaten eine Kammerung, und der Verlauf der Kammerscheidewände ist, wie bei der erstgenannten Form, ein ziemlich einfacher und weist nicht die mannigfachen Ein- und Umbiegungen auf, welche man an den Kammerscheidewänden einer anderen Abteilung der fossilen Kopffüßer, der Ammonoideen, wahrnimmt, einer Gruppe, welche von vielen Forschern als auch zu den Tetrabranchiaten zugehörig angesehen wird, während andere dieselbe als Vorläufer der anderen Cephalopoden-Ord-

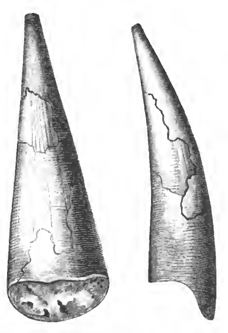


Fig. 63. Hyolithes acutus, Eichw. Untersilur. Vom Rücken und von der Seite.

nung, der Dibranchiata oder Zweikiemener auffassen. Noch andere möchten eine eigene Ordnung dafür aufstellen. Orthoceras (Fig. 64) und Lituites (Fig. 65) sind schöne Beispiele für solche fossile Tetrabranchiaten, während Goniatites (Fig. 66) ein in den höheren Schichten der paläozoischen Ablagerungen auftretender Repräsentant der Ammonoideen ist.



Fig. 64. Orthoceras Neptuneum, Barrande. Zeigt die gekammerte Schale. Obersilur.

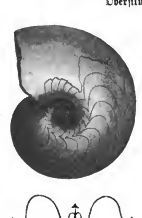


Fig. 65. Lituites lituus, Montf. Untersilur.

Fig. 66. Goniatites intumescens, Beyrich. Schale und Verlauf ihrer Kammerscheidewände. Devon.

Nicht minder war auch der Stamm der Arthropoda, der Gliedertiere, mit seinen sämtlichen vier Klassen, den Krebs- oder Krustentieren, den Spinnen und Skorpionen, den Tausendfüßer und den Insekten in den paläozoischen Zeiten schon vorhanden. Eine starke Entwickelung erreichte damals die Klasse der Krebstiere, und zwar mit einer Reihe von Formen, wofür man eine eigene Abteilung bei denselben hat schaffen müssen, weil sie sich bei keiner der übrigen drei großen Gruppen der Kruster unterbringen ließen. Es sind dies die Trilobiten, welche in erster Linie der paläozoischen Fauna ihr fremdartiges Gepräge geben, denn sie sind auf die Sedimente jener Zeit beschränkt, treten schon in deren untersten Schichten auf, erreichen rasch ihren Höhepunkt im Untersilur, während welcher Zeit die Meere förmlich davon wimmelten, und sterben dann ebenso schnell wieder ab. Schon in den obersten Ablagerungen der genannten Ära sind dieselben gänzlich von der Erde verschwunden. Im ganzen dürften bis zum heutigen Tage etwa 140 Gattungen davon bekannt geworden sein, und diese wieder an 1700 Arten umfassen. Die Trilobiten waren mit einem Rückenpanzer versehene Krebstiere, welche der Länge und der Quere nach in je drei Teile zerfallen, und zwar in erster Richtung in ein Kopfschild, in den Rumpf und in das Schwanzschild, in der Quere in einen mittleren konvexen Teil, die Achse und in die beiden flacheren Seitenstücke, die Pleuren. Der Rumpf war segmentiert, d. h. er zerfiel der Quere nach in einzelne (2—26) Glieder, welche artikulierten und der Mehrzahl der Formen erlaubten, sich einzurollen. Der Panzer weist sehr verschiedene Ausbildung auf und ist

zuweilen mit stacheligen Anhängen und Dornen bewehrt, mit Wärzchen besetzt, oder auch glatt. Manche Gattungen waren versehen mit gewaltig ausgebildeten, von vielen Linsen zusammengesetzten Augen; so hatte Dalmanites an 600 Linsen auf der Sehfläche, Bronteus deren 4000 und Remopleurides sogar 15000! Zuweilen nahmen die Sehorgane einen bedeutenden Part des Kopfschildes ein, wie z. B. bei Aeglina, bei welcher Form die facettierten Augen einen zusammenhängenden Wulst um das Kopfschild bildeten. Etliche Gattungen sind übrigens auch nur in der Jugend mit Augen versehen gewesen, die dann im Alter verkümmerten, andere waren überhaupt ganz blind. Über die Unterseite der Trilobiten ist uns nur wenig bekannt geworden; dieselbe wurde von einer dünnen Membran umspannt und zeigt segmentierte Gehfüße und als Kiemenanhänge gedeutete spirale Fäden und Bänder. Bei einigen Gattungen hat man die Entwickelung genau studieren können, welche lehrt, daß in früher Jugend das Kopfschild vom Rumpf noch nicht getrennt war und daß die Gliederung des letzteren erst im Laufe des Wachstums erfolgte. Der um die geologische Erforschung der Silurmulde Böhmens hochverdiente französische Gelehrte Joachim Barrande will sogar fossile Trilobiteneier gefunden haben.

Die Trilobiten sind Kollektivtypen, über welche man sich jedoch noch nicht vollständig im klaren ist. In früheren Jahren hat man dieselben als nahe Verwandte der Blattfüßer, einer meist im Süßwasser lebenden Abteilung der Krebse angesehen, heutzutage glaubt man aber viel eher an enge Beziehungen zwischen unseren Formen

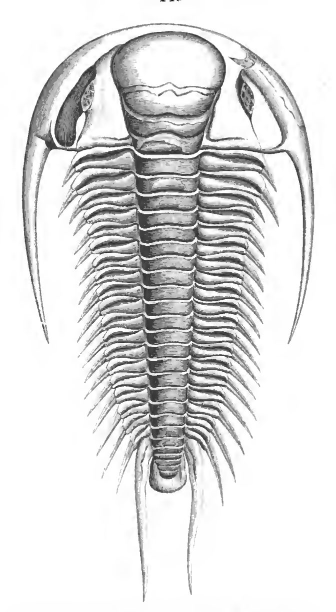


Fig. 67. Paradoxides bohemicus, Barrande. Aus dem Cambrium.

und den Merostomaten, einer weiteren Gruppe der Krebstiere, welche in der jetzigen Fauna nur noch durch die Xiphosuren, die Schwertschwänze, repräsentiert werden. Deren einzige Gattung Limulus, der Molukkenkrebs mit seinem langen beweglichen Schwanzstachel ist als besondere Merkwürdigkeit in den meisten zoologischen Museen ausgestellt und dürfte wohl der Mehrzahl meiner Leser be-

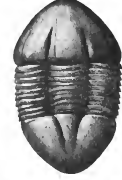


Fig. 69a. Illaenus Katzeri, Barrande. Aufgerollt. Aus dem Untersilur.

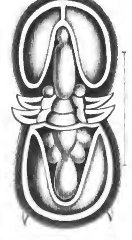


Fig. 68. Agnostus pisiformis, Brongniart. Aus d. Cambrium. Sehr stark vergrößert.

Fig. 69b. Illaenus insignis, Salter. Aus dem Obersilur. Eingerollt.

kannt sein. In der Ontogenie der Limulus findet sich nämlich, wie durch A. Dohrn nachgewiesen wurde, ein den Trilobiten sehr ähnliches Stadium, woraus man die besagten verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen diesen und dem Molukkenkrebs herleiten wollte, doch ist

die Ausbildung der Fußorgane bei dem Trilobitenstadium dieses letzteren eine gänzlich andere, als bei den besagten paläozoischen Krebsen. Nichtsdestoweniger bestehen zwischen diesen und gänzlich ausgestorbenen Typen der Merostomaten, der Ordnung der Gigantostraken jedenfalls mehr Affinitäten, als zwischen den Trilobiten und allen übrigen fossilen und lebenden Krebstieren. In Fig. 67 erblicken wir eine der Riesenformen unter den Trilobiten, die Gattung Paradoxides aus den cambrischen Schichten Böhmens, in Fig. 68 den zierlichen Agnostus pisiformis, Brongniart, welcher die Meere der cambrischen Zeit mit seinen geselliglebenden

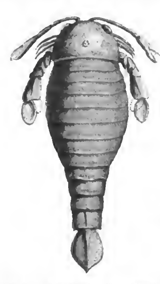


Fig. 70. Pterygotus anglicus, Agassiz. Aus dem Devon.





Fig. 71. Beyrichia tuberculata, Boll. Aus dem Obersilur. Sehr stark vergrößert.

Formen erfüllte. Agnostus war blind und besaß einen nur zweigliederigen Rumpf. Fig. 69 soll uns die untersilurische Leitform Illaenus in ausgestrecktem und in aufgerolltem Zustand veranschaulichen. Pterygotus anglicus, Agassiz (Fig. 70), gehört zu den soeben erwähnten Gigantostraken und hat in den obersilurischen und den devonischen

Gewässern gelebt, und die kleine, hier stark vergrößerte Gattung Beyrichia, so genannt nach dem Berliner Professor Beyrich (Fig. 71), zeigt uns einen fossilen Typus der Muschelkrebse oder Ostracoden, der im Silur große Verbreitung besaß und für gewisse Schichten dieses Systems leitend ist.

Die Skorpione, Spinnen, Tausendfüßer und Insekten des Paläozoicum sind ebenfalls fast ohne Ausnahme Kollektivtypen. Da die Mehrzahl dieser Tiere Landbewohner waren, so wird es erklärlich erscheinen, daß wir deren Überreste nur meist in Ablagerungen des Süßwassers oder in Sedimenten, welche in brackischem Gewässer gebildet wurden, finden. Daher ist denn auch die Steinkohlenzeit, welche teilweise aus derartigen Schichten besteht, besonders reich an solchen fossilen Organismen. In den Fig. 72 und 73 bilden wir zwei typische Vertreter fossiler Insekten der paläozoischen Zeit ab. Beide Formen stammen aus französischen Kohlenablagerungen und sind große Seltenheiten.

In den Abbildungen Fig. 74—78 erblicken meine Leser eine Anzahl höchst sonderbarer Fische, die den schon auf Seite 130 erwähnten Schmelzschuppern oder Ganoiden zuzurechnen sind. Die Figuren 74 und 75 zeigen zwei mit Kopf- und Brustpanzer versehene Formen, sogenannte Phractosomaten oder Panzerganoiden, welche zu den allerseltsamsten Erscheinungen der paläozoischen Tierwelt gehören. Ihre Reste sind erst als solche von riesigen Krustern, dann als fossile Schildkröten gedeutet worden, und das Verdienst, sie als Fische erkannt zu haben, gebührt einem Manne, der auch auf dem Ge-

biete der Gletscherkunde Großes geleistet hat, dem schweizerischen Naturforscher A. Agassiz. Da ist Pterichthys cornutus, Agassiz, mit seinen flügelartigen Brustflossen

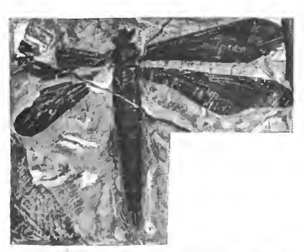


Fig. 72. Woodwardia nigra, Brongniart. Aus dem Carbon. Nach Brongniart.



Fig. 73. Corydaloides Scudderi, Brongniart. Aus dem Carbon. Nach Brongniart.

und seinem Panzerleib, und Coccosteus decipiens, Agassiz, der etwa ähnlich gebaut war. Beide Fischtypen schwammen einst in den gewaltigen Wasserbecken herum, welche zur Devonzeit auf den britischen Inseln, so in Schottland und



Fig. 75. Coccosteus decipiens, Agassiz. Aus dem Devon.

den Orkneys sich ausgebreitet haben. Holoptychius (Fig. 76) war einer ihrer Genossen, hatte aber keinen Panzerleib, wohl aber mit erhabenen Schmelzleisten verzierte Schuppen.

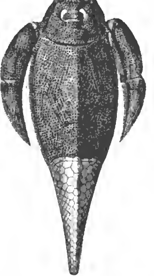


Fig. 74. Pterichthys cornutus, Agassiz. Aus dem Devon.

Platysomus (Fig. 77) und Paläoniscus (Fig. 78) sind heterocerke Ganoiden, Typen mit ungleich entwickelten Schwanzflossen; den hier abgebildeten Formen werden wir als Leitfossilien im Zechstein nochmals später begegnen.

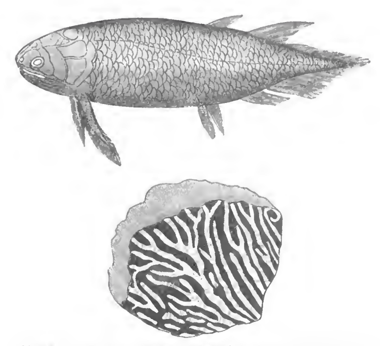


Fig. 76. Holoptychius nobilissimus, Agassiz, sehr verkleinert und eine seiner Schuppen in natürlicher Größe. Aus dem Devon.

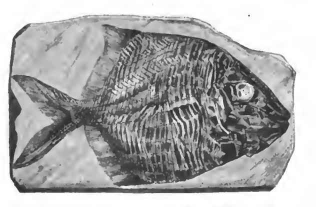


Fig. 77. Platysomus gibbosus, Agassiz. Aus dem Perm.

Zu Ende der paläozoischen Ära war die Erde auch schon von Vierfüßlern, von den Stegocephalen oder Schuppenlurche genannten Amphibien und von reptilienartigen Geschöpfen (Proterosaurus, Paläohatteria, letztere ein Vorläufer der heute noch in Neuseeland lebenden, aber auch einen antiquierten Typus darstellenden Echsengattung



Fig. 78. Palaeoniscus Freieslebeni. Agassiz. Aus dem Perm.

Hatteria) bevölkert. Alle diese fossilen Überreste sind jedoch große Seltenheiten. Wir wollen und können uns nicht länger bei denselben aufhalten und müssen uns nun nach diesem Überblick über die Flora und Fauna der paläozoischen Zeit zu derjenigen der mesozoischen und känozoischen Formationsgruppe wenden.

Sechstes Kapitel

Von der Flora und Fauna der mesozoischen Zeit

Einleitendes. Gesteine. Flora. Die mesozoischen Cycadeen und Nadelhölzer. Die ältesten Laubbäume und die Potomac-Flora. Die Laubhölzer im europäischen Cenoman. Die Gattung Credneria. Über das geologische Alter der Monocotyledonen und der Dicotyledonen. Die niedere Tierwelt der mesozoischen Ära, Schwämme, Korallen, Stachelhäuter, Brachiopoden und Weichtiere. Die Rudisten. Etwas von den Ammonoideen. Wo sind diese letzteren geblieben? Die Hypothese G. Steinmanns hierüber. Die Belemniten oder Donnerkeile. Krebse und Fische. Der Barramuda der Trias. Von den Froschsauriern oder Labyrinthodonten. Der neueste Ichthyosaurus-Fund von Holzmaden. Die Entdeckung des Maasechse, des Mosasaurus. Die Dinosaurier, und zwar der Donnersaurier aus dem amerikanischen Jura und der Iguanodon. Flugsaurier, der Pterodactylus und seine Verwandten. Mesozoische Vögel. Das älteste Säugetier, Microlestes antiquus.

Man kann die Mächtigkeit der mesozoischen Ablagerungen auf etwa 3000 Meter schätzen. Kalksteine, Dolomite, Mergel, Schieferthone und gewöhnliche Thonbildungen, sowie Sandsteine sind die Felsarten, welchen dieselben vornehmlich ihre Zusammensetzung verdanken. Ist also schon in petrographischer Hinsicht ein wesentlicher Unter-

schied vorhanden zwischen den Schichtenreihen der mesozoischen und denjenigen der paläozoischen Ära, so ist derselbe noch größer, wenn wir die Floren und Faunen beider Formationsgruppen vergleichen, denn gänzlich anders ist das Bild, welches sich uns hier darbietet. Die sonderbaren Baumformen, wie die Sigillarien und die Lepidodendreen sind verschwunden, auch die Calamarieen, deren riesige Vertreter in den Wäldern des Carbon gegrünt haben, sind im Absterben begriffen, wenngleich dieselben noch in den älteren Schichten der mesozoischen Zeit noch vorhanden waren, und zwar ebenfalls mit beträchtliche Dimensionen erreichenden Gewächsen, welche sich jedoch der noch lebenden Gattung Equisetum sehr eng anschließen und auch in deren Nähe untergebracht worden sind (Fig. 79). Aber schon in jurassischer Zeit waren die Calamarieen ausgestorben. Von den Farnen der paläozoischen Systemgruppe treffen wir nur noch ganz spärliche Rudera an; andere Gattungen und Arten, solche, welche innigere Beziehungen zu den recenten Typen dieser Pflanzenabteilung aufweisen, sind auf den Schauplatz des Lebens getreten. Zu reicher Entfaltung gelangten die Palmfarne oder Cycadeen, deren erste Spuren ja schon in die paläo-

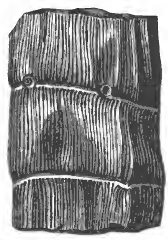


Fig. 79. Calamites arenaceus, Brongniart. Stammstück. Aus dem Keuper.

zoischen Schichten hinabreichen, und die heute noch eine Zierde der ostindischen und südafrikanischen Flora sind, so Cycas circinalis, der sogenannte Sagobaum, mit dessen gefiederten Blattwedeln wir die Särge unserer Toten zu schmücken pflegen. Im allgemeinen waren die fossilen Cycadeen von etwas kleinerer Gestalt, als die noch lebenden Typen dieser Familie, auch dürften die Blätter von weniger derber Beschaffenheit gewesen sein, wie denn auch deren Gestaltung meist eine etwas andere gewesen ist. Cycadites, Zamites, Otozamites, die in ihren Blattsegmenten vielgestaltige Nilssonia und das schöne Pterophyllum (Fig. 80) sind einige häufiger vorkommende Gattungen dieser fossilen Palmfarne, deren Cycadospadix genannte Fruchtblätter ebenfalls bekannt sind (Fig. 81). Auch die Nadelhölzer, welche schon in den permischen Schichten nicht mehr zu den Seltenheiten zählten, kommen in mesozoischer Zeit zu stärkerer Entwickelung, und einige ihrer Gattungen erreichen sogar schon in der Juraperiode ihre höchste Blüte. Dies ist z. B. mit Gingko (Fig. 82) der Fall, dessen einzige heutzutage noch lebende Art, Gingko biloba, Linné, der japanesische Nuß- oder Gingkobaum in Ostasien heimisch ist und von den Japanesen

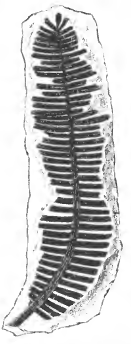


Fig. 80. Pterophyllum Jaegeri, Brongniart. Aus dem Keuper. Nach Schimper.

als heilig verehrt wird. Dieses Genus, dessen fossilen Resten wir in den jurassischen Sedimenten der Nordpolarländer, Südrußlands und des Amurgebietes sehr häufig begegnen, ragt, wie der große Botaniker Oswald Heer einmal gesagt hat, aus einer fernen Welt in die heutige Schöpfung hinein. Zu den Taxodineen, zu den sumpfcederartigen Gewächsen stellt man eine wie Gingko schon in den jüngeren paläozoischen Bildungen beginnende, Voltzia oder Glyptolebis genannte Gattung der Nadel-



Fig. 81. Cycadospadix Hennoquei, Saporta. Aus dem Jura. Nach Renault.



Fig. 82. Gingko multipartita, Heer. Aus der unteren Kreide. Nach Schenk.

hölzer, welche Bäume von bedeutenden Dimensionen umfaßte und besonders für die Trias bezeichnend ist. In der Beschaffenheit ihrer Blätter steht Voltzia den Araucarieen, den in Brasilien, Chile und im australischen Weltteile lebenden Schuppentannen nahe, in der Ausbildung ihrer Fruchtzapfen jedoch den besagten Taxodineen, und zwar der in Japan heimischen, in unseren Gärten zuweilen als Seltenheit gezogenen Gattung Kryptomeria. Endlich wollen wir noch als weitere, für die

mesozoische Ära wichtige Form der Nadelhölzer Widdringtonites nennen, wovon man jedoch nur beblätterte Bruchstücke von Zweigen kennt, und welche in den oberen Schichten der Trias beginnt, aber auch noch in jurassischen und Kreideablagerungen gefunden wurde. Die nächste mit Widdringtonites verwandte Pflanze ist die zu den cypressenartigen Gewächsen gehörige Widdringtonia in der südafrikanischen Flora der Jetztzeit.

In den unteren Schichten der Kreide Nordamerikas, in der sogenannten Potomac-Formation, treten zum allererstenmale die Laubhölzer auf Erden auf, und zwar mit einer Anzahl Typen, von welchen sich nur noch wenige auf heute lebende Gattungen zurückführen lassen, wie beispielsweise Reste von Ficus, dem Feigenbaum. Bei weitem die Mehrzahl dieser ersten Laubpflanzen gehört, wie deren Erforscher Fontaine betont hat, ausgestorbenen, wenn auch an heutige Geschlechter erinnernden Formen von altertümlichem Typus an. An 30 Arten mit etwa 80 Species dieser Gewächse sind beschrieben und bekannt geworden; amerikanische Gelehrte haben diese Reste größtenteils als Kollektivtypen erklärt, aus welchen sich eine ganze Anzahl von Familien entwickelt haben sollten. Diese Ansicht ist aber von einem bedeutenden deutschen Botaniker, dem nunmehr verstorbenen Professor Schenck in Leipzig, als irrig bezeichnet worden, denn nach ihm sind die Urtypen der Laubhölzer in noch tiefer liegenden Schichten zu suchen. Nur wenige Formen der Potomac-Flora, so Hederäphyllum, Aceriphyllum sind Sammeltypen gewesen. Von hohem Interesse ist der Umstand, daß die in der Potomac-Formation mit den soeben genannten Laubhölzern

zusammen vorkommenden schachtelhalmartigen Gewächse nur noch kleine Arten vom Habitus der lebenden Schachtelhalme sind, und daß auch unter den Formen schon ein starkes Bestreben zum Anschluß an die recente Flora sich nicht verkennen läßt. Die Potomacschichten sind wohl

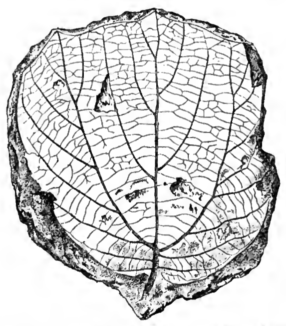


Fig. 83. Credneria triacuminata, Hampe. Aus der oberen Kreide. Nach Schimper.

Äquivalente unseres Wealden, einer den Beginn der Kreideformation bezeichnenden Süßwasserbildung. In diesen europäischen Sedimenten der unteren Kreide herrschen aber noch Cycadeen, Koniferen und Farne, vor und erst zu Anfang der oberen Kreide, im Cenoman treten hier die ersten Laubhölzer auf, und zwar in reicher Fülle und überall in der alten Welt, wenn auch teilweise ebenfalls

noch in der Gestalt von Kollektivtypen, wie die Gattung Credneria (Fig. 83), deren große, meist eingerollte Blattreste mit zweilappiger Basis an heute gänzlich getrennte Dicotylengruppen, so an die Platanen und an die Linden erinnern. Der Hauptsache nach setzten Weiden, Ahornbäume, Eichen, Feigenbäume, lorbeerartige Gewächse, Magnolien und noch andere Pflanzen mehr die Laubwälder der oberen Kreidezeit zusammen, in welchen auch die sonderbare, mit den Hahnenfuß-Gewächsen, den Ranunculaceen, verwandte Gattung Debeya blühte. Das Ursprungsgebiet der Laubhölzer ist demnach wohl in der neuen Welt zu suchen; dort waren diese letzteren früher vorhanden, als im alten Europa, und von dorther sind sie in dieses eingewandert.

Die Phanerogamen oder Blütenpflanzen umfassen bekanntlich zwei große Stämme, denjenigen der Nacktsamigen oder Gymnospermen, welcher die Klassen der Palmfarne, der Cordaiteen und der Nadelhölzer in sich begreift, während der zweite Stamm der Bedecktsamigen, der Angiospermen, zerfällt in die Monocotyledonen oder einsamenlappige Pflanzen, und in die Dicotyledonen oder zweisamenlappige Gewächse, in die Laubhölzer. Nun sind die fossilen Überreste der Monocotyledonen so unsichere, daß sich nicht einmal genau nachweisen läßt, welche der beiden Klassen der Angiospermen zuerst aufgetreten sind, und Schenck ist der Ansicht, daß die Einsamenlappigen wohl die geologisch jüngeren Formen darstellen dürften, weil dieselben in gewissen Eigentümlichkeiten ihres Baues höher stehen, als die Zweisamenlappigen. Die Monocotyledonen haben aber nach dem Genannten den Höhepunkt ihrer Entwickelung noch nicht erreicht.

Wie die Pflanzenwelt, so nähert sich auch die Tierwelt der mesozoischen Zeit der recenten Fauna. Die Protozoen sind massenhaft vorhanden und gelangen zu derselben geologischen Bedeutung, wie in der paläozoischen Ära, insofern dieselben in den Ablagerungen der Kreideformation recht eigentlich gesteinsbildend auftreten. Von den Pflanzentieren sind es in erster Linie die Schwämme,



Fig. 84. Jerea pyriformis, Lamouroux. Aus der Kreide. Nach Zittel.

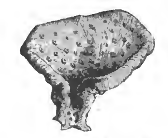


Fig. 85. Verruculina auriformis, Römer sp. Aus der oberen Kreide. Nach Zittel.

welche unser Interesse in Anspruch nehmen, und zwar zumeist die Kieselschwämme und hiervon wieder die Steinschwämme oder Lithistiden und die Hexactinelliden oder Glasschwämme, Abteilungen der Schwammtiere, die heute nur noch, gleich anderen unmittelbaren Nachkommen der untergegangenen Fauna, in großen Tiefen des Meeres leben, und deren erste recenten Exemplare vor etwa

50 Jahren von dem berühmten Reisenden von Siebold aus Japan nach Europa gebracht wurden. Die Fig. 84 bis 89 sollen eine kleine Auswahl aus solchen mesozoischen



Fig. 86. Cylindrophyma milleporata, Goldfuss sp. Aus dem oberen Jura. Nach Zittel.



Fig. 87. Siphonia tulipa, Goldfuss. Aus der oberen Kreide. Nach Zittel.

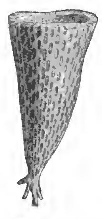


Fig. 88. Ventriculites striatus, Th. Smith. Aus der oberen Kreide. Nach Zittel.



Fig. 89. Coeloptychium agaricoides, Goldfuss. Aus der oberen Kreide. Nach Zittel

Kieselschwämmen geben, welche besonders die Meere der Jura- und der Kreidezeit bevölkert haben. Einen höchst eigentümlichen Anblick gewährt die schirmförmig gestaltete Gattung Coeloptychium (Fig. 89) aus der oberen Kreide.

Vergebens suchen wir die Tetrakorallen der alten Systeme; ächte Hexakorallen sind an ihre Stelle getreten, welche gewaltige Riffe in die triassischen, jurassischen und auch in die cretaceischen Meere hineingebaut haben. Ebenso verhält es sich mit den Stachelhäutern. Die sonderbar ausgebildeten Crinoideentypen der paläozoischen Zeit sind verschwunden, dafür haben Gattungen, welche den recenten Seelilien sehr nahe stehen und sogar teilweise damit identisch sind, wie z. B. Pentacrinus und Apiocrinus in den mesozoischen Sedimenten ihre Spuren in enormer Anzahl hinterlassen, und es giebt ganze Schichten, welche eigentlich nur aus den Stielgliedern, den Trochiten solcher mesozoischer Crinoideen zusammengesetzt werden, so z. B. die Trochitenkalke des Muschelkalks. Dann erscheinen auf dem Schauplatz des Lebens ächte Seeigel, vielfach vortreffliche Leitfossilien, so die stachelbewehrte Gattung Cidaris (Fig. 90—91) und ihre Verwandten, die Genera Pseudocidaris und Pseudodiadema (Fig. 92—93), Toxaster (Fig. 94), Echinocorys, Micraster (Fig. 95), Galerites (Fig. 96) und wie sie noch alle sonst heißen mögen. Verschwunden sind ferner die mannigfachen Gattungen der paläozoischen Brachiopoden. Nur noch wenigen Formen von diesem Typus, aber durchaus keine identischen Geschlechter, wenn man von der in dieser Beziehung etwas zweifelhaften Rhynchonella absieht, begegnen wir in der unteren Hälfte der mesozoischen For-

mationsgruppe, so z. B. der Gattung Spiriferina (Fig. 97), welche sich an Spirifer anschließt, in der Struktur der



Fig. 90. Cidaris propinqua, Münster. Aus dem oberen Jura.



Fig. 91. Cidaris florigemma, Phillips. Stachel. Aus dem oberen Jura.

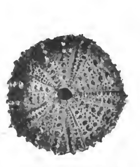


Fig. 92. Pseudodiadema hemisphaericum, Des. Aus dem oberen Jura.



Fig. 93. Pseudocidaris Thurmanni, Agassiz sp. Stachel. Aus der unteren Kreide.

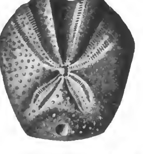


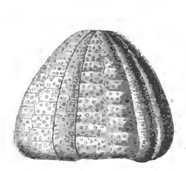
Fig. 94. Toxaster complanatus, Agassiz. Aus der unteren Kreide.

Schalen jedoch wesentlich davon verschieden ist, oder der noch in der Trias vorhandenen Retzia (Fig. 98).





Fig. 95. Micraster coranguinum, Agassiz. Von der Seite von oben und unten. Aus der oberen Kreide.



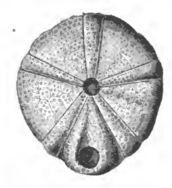


Fig. 96. Galerites albogalerus, Klein sp. Aus der oberen Kreide.



Fig. 97. Spiriferina Walcotti, Sowerby. Aus dem unteren Jura.



Fig. 98. Retzia trigonella, v. Buch sp. Aus dem Muschelkalk. Vergrößert.



Fig. 99. Cœnothyris vulgaris, Schlotheim sp. Aus dem Muschelkalk.

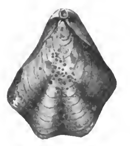


Fig. 100. Terebratula Phillipsii, Morris. Aus dem mittleren Jura.



Fig. 101. Zeilleria numismalis, Lamarck sp. Aus dem unteren Jura.



Fig. 102. Rhynchonella lacunosa, Quenstedt sp. Aus dem oberen Jura.

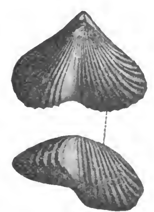


Fig. 103. Rhynchonella Astieriana, d'Orbigny. Aus dem oberen Jura.







Fig. 104. Gryphaea arcuata, Lamarck und Gryphaea obliquata, Sowerby. Aus dem unteren Jura.

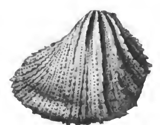



Fig. 105. Plicatula placunea, Lamarck. Aus der unteren Kreide.

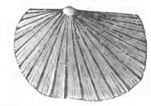


Fig. 106. Daonella Lommeli, Wissmann sp. Aus der alpinen Trias.



Fig. 107. Myophoria vulgaris, Schlotheim. Aus dem Muschelkalk.

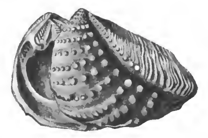


Fig. 108. Trigonia Bronni, Agassiz. Aus dem oberen Jura.



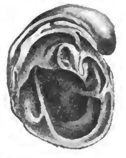


Fig. 109. Diceras arietinum, Lamarck. Aus dem oberen Jura.

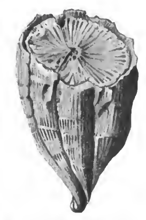


Fig. 110. Hippurites cornuvaccinum, Goldfuss. Aus der oberen Kreide.

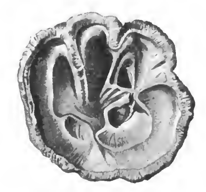


Fig. 111. Vaccinites radiosus, Desmoulins. Anblick des Inneren der großen Klappe. Aus der oberen Kreide.

Dagegen haben sich die Terebratuliden (Fig. 99—101) mächtig entfaltet, und auch die schon genannte Rhynchonella (Fig. 102—103) setzt uns durch ihre große und jeder Systematik spottende Formenmannigfaltigkeit in Erstaunen.

Nicht minder reich entwickelt erscheinen die mesozoischen Weichtiere. Gryphaea (Fig. 104), Plicatula (Fig. 105), Daonella (Fig. 106), Myophoria (Fig. 107), die triassische Vorläuferin der in den jurassischen und in den cretaceischen Meeren besonders stark verbreiteten, aber auch noch in seltenen Exemplaren recenten Gattung Trigonia (Fig. 108), sodann die hochinteressante Diceras genannte Muschel (Fig. 109) mit ihrem mächtigen Schloßapparat und ihrem starken Gehäuse, sowie die zur gänzlich ausgestorbenen Familie der Rudisten oder Hippuritiden gehörigen Formen Hippurites (Fig. 110) und Vaccinites (Fig. 111) sind einige wenige Beispiele mesozoischer Zweischaler. Wohl sämtliche Rudisten gehören der Kreideformation an und haben wie gesagt keinen lebenden Vertreter mehr in der Fauna der Jetztwelt. Von manchen Paläontologen ist diese eine immerhin noch unsichere systematische Stellung besitzende Familie zu ganz anderen Tierkreisen gestellt worden, so zu den Würmern, zu den Brachiopoden und von L. von Buch sogar zu den Korallen. In den Schichten des cretaceischen Systems treten die Rudisten zuweilen riffbildend auf, und in Südfrankreich kennt man solche Rudistenriffe von mehreren Metern Höhe und von ziemlicher Ausdehnung. Einzelne Rudisten-Arten erreichten beträchtliche Dimensionen, so wird Hippurites cornuovaccinum, Goldfuss (Fig. 110), zuweilen etwa 1 Meter lang.

Die Gastropoden oder Schnecken standen in der mesozoischen Zeit ebenfalls in großer Blüte, wenn auch gewisse ihrer Abteilungen, wie das übrigens auch bei den Zweischalern der Fall ist, schon ihren Höhepunkt über-

schritten hatten, während wiederum andere diesen erst noch später, in der Tertiär- und in der Jetztzeit erreichen. Eine auch in geologischer Hinsicht höchst wichtige mesozoische Gastropodenfamilie ist diejenige der Nerineiden mit der Hauptgattung Nerinea (Fig. 112), welche auf die Jura- und die Kreidezeit beschränkt war, ihre allerhöchste



Fig. 112. Nerinea trinodon, Voltz.
Aus dem oberen Jura.

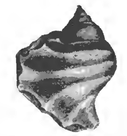


Fig. 113. Pteroceras Oceani, de la Bêche.
Aus dem oberen Jura.

Blüte jedoch in der Malm genannten obersten Abteilung der erstgenannten der beiden Formationen hatte, in deren Korallenablagerungen die dicken und turmförmigen Gehäuse dieser Schnecken stets zu finden sind. Pteroceras (Fig. 113) ist ein anderes für Jura und Kreide bezeichnendes, in den tropischen Meeren der Jetztzeit aber noch lebendes Gastropodengeschlecht, dessen Außenlippe von

mehreren fingerförmigen Fortsätzen zerteilt ist, und dessen Arten mehrfach als Leitfossilien dienen.

Derjenige Typus der mesozoischen wirbellosen Tiere jedoch, welcher in ganz besonderem Maße unser Interesse in Anspruch nimmt, gehört den Cephalopoden an, und zwar ist es derjenige der Ammonoideen, den wir in seinen Anfängen auch schon unter der paläozoischen Fauna angetroffen haben. Wir erinnern hier an Goniatites (Fig. 66) und an das über die systematische Stellung dieser Abteilung der Kopffüsser schon Gesagte. Die allermeisten Ammonoideen besitzen spiral eingerollte gekammerte Schalen, und nur seltener und nur bei gewissen Familien treffen wir auch auf sogenannte evolute oder auch gar auf aufgerollte Formen. Unter evoluten Ammonoideen verstehen wir solche, bei deren Gehäuse die Umgänge sich nicht berühren, und bei welchen so viel Platz zwischen den letzteren übrig bleibt, daß man dazwischen hindurchsehen kann. Die in Fig. 114 abgebildete Gattung Ancyloceras ist ein derartig gebauter, also ein evoluter Typus der Ammonoideen, von welchen wir in den Fig. 115—118 eine kleine Auswahl bildlich dargestellt haben. Kein anderer fossiler Typus ist vorhanden, welcher dem Geologen so viele und so zuverlässige Leitfossilien geliefert hätte, als dieser, der vielleicht schon im Devon begonnen, in Trias und Jura aber seine höchste Entwickelung erreicht hat, um in der oberen Kreide wieder fast gänzlich auszusterben, wenigstens in den Ablagerungen der alten Welt, denn es scheint nach neueren Funden, als ob die Ammonoideen zur Tertiärzeit noch im Gebiete des Stillen Ozeans gelebt hätten. Aber auch hier dürften sie nicht lange mehr persistiert

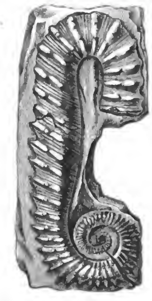


Fig. 114. Ancyloceras Matheroni, d'Orbigny. Aus der unteren Kreide.



Fig. 115. Ceratites nodosus, de Haan. Aus dem Muschelkalk.



Fig. 116. Ammonites (Harpoceras) aalensis, Zieten. Aus dem unteren Jura.

haben. Wohin sind nun diese eigentümlichen Typen, von deren Individuenzahl die Meere der mesozoischen Zeit

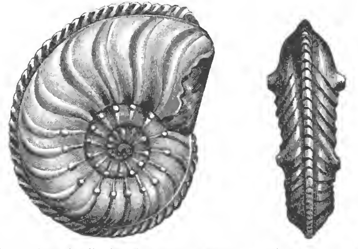


Fig. 117. Ammonites (Amaltheus) margaritatus, Montfort. Aus dem unteren Jura.

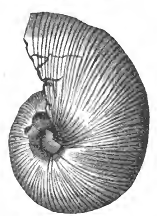


Fig. 118. Ammonites (Macrocephalites) macrocephalus, Schlotheim. Aus dem oberen Jura.

förmlich gewimmelt haben, gekommen? Sind dieselben ausgestorben, oder haben sie sich im Laufe der Zeit zu

anderen Kopffüssern umgewandelt. Gustav Steinmann in Freiburg, dem die geologische und paläontologische Wissenschaft in den letzten Jahren manche schöne Hypothese verdankt, ist dieser Meinung. Unter den Zweikiemenern, den Dibranchiaten giebt es nämlich eine Unterordnung, diejenige der Oktopoden, die fast alle einen beutelförmigen Rumpf und acht kreisförmig um den Mund gestellte und mit Saugnäpfen versehene Arme besitzen. Dieselben sind nicht beschalt, und nur im Embryonalzustande weisen sie eine übrigens rasch verschwindende Schalenanlage auf. Das Weibchen des Papiernautilus, Argonauta, einer schon den Alten besonders aufgefallenen Tierform, ist die einzige Ausnahme davon, denn dasselbe besitzt eine kalkige in ihrem äußeren Aussehen dem Ammonoideengehäuse sehr ähnliche, aber nicht gekammerte und auch sonst mancherlei Eigentümlichkeiten dieses letzteren entbehrende Schale, welche übrigens nirgends mit dem Tiere verwachsen oder enger mit demselben verbunden ist. Die recenten und fossilen Argonautaarten — dies Geschlecht ist schon im Jungtertiär, im Pliocän, vorhanden gewesen — lassen sich nun nach der Art ihrer Berippung und nach der Gestalt ihres Gehäuses in drei Gruppen einteilen, von welchen jede gewissen Ammonitenformen der oberen Kreide überraschend ähnlich ausgebildet ist. Die Gesamtform sowie die Organisation und die Embryonalentwickelung der oktopoden Dibranchiaten machen es ferner sehr wahrscheinlich, daß ihre Ahnen schalentragend waren. Nach Steinmann ist diese Unterordnung der Cephalopoden aus den Ammonoideen entstanden, deren Schale allmählich geschwunden ist, wie dies nachweislich bei gewissen Nacktschnecken der Fall war,

und die nur noch ausnahmsweise und dann in rückgebildeter Gestalt auftritt, wie bei Argonauta. Mein Freiburger Freund will aber noch weiter gehen. Die lebenden Oktopoden bilden eine Reihe sehr verschieden hoch organisierter Formen, die zu einzelnen Familien vereinigt worden sind, und für die Mehrzahl dieser letzteren will der Genannte den Anschluß an bestimmte Abteilungen der Ammonoideen nachweisen können.

Die Ammonoideen haben auch sonst noch höchst interessante und schlagende Beweise für die Entwickelungstheorie geliefert. Von dem teilweise sehr verzweigten Verlauf der Kammerscheidewände bei diesen Cephalopoden war schon früher die Rede, und dieser ist es, der in aufeinanderfolgenden Formen eine Reihe ganz merkwürdiger Thatsachen erkennen läßt, so z. B. bei der Gattung Phylloceras, wie dies vom verstorbenen Wiener Gelehrten Neumayr glänzend dargethan worden ist. Der Verlauf der Kammerscheidewände wird immer komplizierter, und ihr Aussehen ein mehr und mehr zerschlitztes, je jünger in geologischem Sinne die betreffenden Individuen von Phylloceras sind. Dergleichen Beispiele könnten wir noch viel mehr hier anführen, wenn wir uns länger bei diesen Dingen aufhalten könnten. Aber wir müssen weiter eilen, zu den Belemnitiden.

Was sind die Belemniten, und wo kommen sie her? So haben sich schon vor Jahrtausenden die Weisen gefragt. Der eigentümliche Name kommt vom griechischen Worte belemnon, das Geschoß, und damit ist denn auch schon angedeutet, was die Alten sich bei diesen Fossilien gedacht haben. Es waren ihrer Meinung nach die Donner-

keile, welche Jupiter mit seinen Blitzen auf die Erde schleudert. „Viel Aberglauben," sagt Quenstedt „hat sich seit alters an die Belemniten geknüpft; man hielt sie für Teufelsfinger, Donnerkeile, sie dienten als vorzügliches Mittel gegen den Alpdruck, und was dergleichen mehr war." Der schwäbische Bauer nennt diese Gebilde, welche er massenhaft auf seinen Feldern findet, Katzensteine, weil sie wie sengende Katzenhaare riechen, wenn sie aneinander gerieben werden, oder auch Rappenkegel, weil man sie früher zu Pulver zerstieß und dieses dann in die kranken Augen der Pferde blies. Heutzutage wissen wir nun, daß die Belemnitiden die Überreste einer Abteilung der dekapoden Dibranchiaten sind, welche mit alleiniger Ausnahme der noch in den Tiefen der Südsee lebenden, höchst seltenen Gattung Spirula ausgestorben ist. Sie erschienen, wenn man von einigen nahe verwandten Vorläufern absieht, zum erstenmale im unteren Jura und sind mit dem Ende der Kreideformation schon fast ausgestorben gewesen. Die Tiere hatten eine innerliche Schale, in einer soliden und meist sehr verlängerten Scheide von kalkiger Beschaffenheit und aon bald fingerförmiger, bald kegelförmiger oder auch subcylindrischer, bisweilen jedoch auch plattgedrückter Gestalt. Diese Scheide, das sogenannte Rostrum ist es, welche der als Belemnit bezeichnete fossile Rest darstellt, und deren zuweilen sehr beträchtliche Dimensionen — man kennt Belemniten von über 0,60 Meter Länge — lassen uns darauf schließen, daß die Tiere, welchen sie angehörten, oftmals wahre Riesenformen gewesen sein müssen. Die umstehenden Abbildungen (Fig. 119—122) veranschaulichen uns verschiedene fossile

Belemnitenüberreste, und in Fig. 123 erblicken wir ein restauriertes Belemnitentier, die Gattung Belemnoteuthis, aber eine Form, deren Scheide nur kurz entwickelt gewesen ist. Wir sehen den aufgeschnittenen, den ganzen Organismus umschließenden Mantel m, bei t den Tintenbeutel, und bei p die mit dem kurzen Rostrum r versehene Schale p, schließlich den von den 10 Armen umstellten Kopf. Die meisten Dibranchiaten besitzen bekanntlich einen



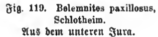


Fig. 119. Belemnites paxillosus, Schlotheim.
Aus dem unteren Jura.



Fig. 120. Belemnites digitalis, Faure-Biguet.
Aus dem unteren Jura.

birnförmigen Sack, dessen Ausführungsgang neben dem After ausmündet und eine intensiv schwarze Flüssigkeit entleert, die den Leib des Tieres wie in eine dunkle Wolke einhüllt und dieses letztere dann vor der Nachstellung größerer Tiere schützen kann. Derartige Tintenbeutel sind in fossilem Zustande ebenfalls schon aufgefunden worden; die schwarze Flüssigkeit zeigt sich dann meist in eine kohlenartige Substanz umgewandelt, die zerstoßen und mit Wasser angerührt als Tinte benutzt werden kann.

F. A. von Quenstedt soll einen Abschnitt seines Lehrbuches der Petrefaktenkunde mit derartiger fossiler Tinte geschrieben haben.



Fig. 121. Belemnitella quadrata, Blainville sp. Aus der oberen Kreide.



Fig. 122. Belemnitella mucronata, Schlotheim sp. Aus der oberen Kreide.

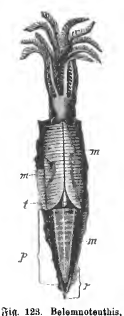


Fig. 123. Belemnoteuthis, restauriert. Aus d. ober. Jura. r kurzes Rostrum; p Schale; m Mantel; t Tintenbeutel. Darüber der mit 10 Armen umstellte Kopf.

An die Stelle der für die paläozoische Zeit bezeichnenden Trilobiten treten andere, langschwänzige Krebstiere, echte Zehnfüßer, wie die für die Trias charakteristische Gattung Pemphix und das besonders im Jura entwickelte Genus Eryon; auch andere Krebse zeigen sich in dieser letzteren Formation, so die als Leitfossil benutzte, Prosopon genannte Form, der Maskenkrebs. Ebenso hat es in der

mesozoischen Zeit an Insekten und Spinnentieren nicht gefehlt, welche sich den Typen der jetzigen Fauna schon beträchtlich näherten. Während die Fische noch in dem jurassischen System fast nur auf die Ganoiden beschränkt gewesen sind, finden wir in den oberen Schichten der Kreide schon zahlreiche Vertreter der Teleostier, der Knochenfische der heutigen Fauna. Die Gruppe der Lurchfische, der mit Lungen und mit Kiemen versehenen Dipnoer, welche die Klasse der Fische mit derjenigen der Amphibien verbindet, hat in der mesozoischen Ära auch schon gelebt, wie aus den in der Trias so zahlreichen Überresten von Ceratodus hervorgeht, dessen sehr nahe Verwandte in der Gegenwart die Gewässer Neuseelands bevölkern und von den Ansiedlern dieser Inseln Barramuda oder — ihres wohlschmeckenden Fleisches wegen — Dawsonsalme genannt und verspeist werden. Die Nahrung des recenten Ceratodus besteht gröstenteils aus abgefallenen Myrtenblättern.

In der Trias hat sich auch das Geschlecht der Froschsaurier am Dasein erfreut, die man wegen des schlangenförmigen Verlaufs der Cämentlinien in ihren Fangzähnen auch als Labyrinthodonten bezeichnet. Es waren Tiere von bedeutender Körpergröße, hat doch der Schädel der Gattung Mastodonsaurus eine Länge von 0,70—1,0 Meter erreicht. Vielleicht sind die als Chirotheriumfährten bekannten Fußspuren im Buntsandstein auf solche Labyrinthodonten zurückzuführen (Seite 98), vielleicht aber haben dieselben auch einem anderen, höher entwickelten Wirbeltiertypus, den Dinosauriern ihr Vorhandensein zu verdanken.

Ein echtes Reptil war der Nicrosaurus, Belodon oder auch Phytosaurus genannt (Fig. 124), ein großes krokodilartiges Geschöpf, das sich in den Gewässern der Trias tummelte, und dessen Überreste an verschiedenen Orten unserer Erde, im Schwabenlande, in Nordamerika und in Indien aufgefunden worden sind. Ein Reptil war auch der Plesiosaurus (Fig. 125) der mesozoischen Meere und der Ichthyosaurus (Fig. 126—127), an dessen Resten erst neuerdings interessante Beobachtungen angestellt werden konnten. In den unerschöpflichen Fundgruben des oberen Lias von Holzmaden bei Kirchheim unter Teck in Württemberg ist nämlich vor kurzer Zeit ein Fund gemacht worden, der gestattete, über manche noch dunkele Punkte in der Organisation dieses gewaltigen Reptils Aufklärung zu erhalten. Wenn auch Skelette vom Ichthyosaurus gar manches Mal ausgegraben wurden und durchaus keine großen Selten-

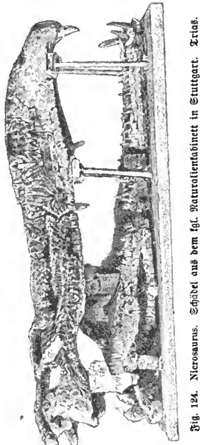


Fig. 124. Nicrosaurus. Schädel aus dem kgl. Naturalienkabinett in Stuttgart. Trias.

heiten darstellen, so steht doch dieser Fund insofern einzig da, als außer dem Skelett noch Bestandteile des Fleisches und der Haut daran zu beobachten sind. Auf Grund dieses jüngst zu Tage geförderten Exemplars

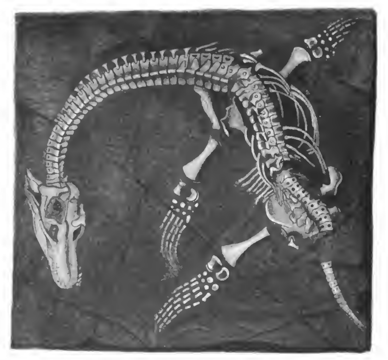


Fig. 125. Plesiosaurus. Exemplar Bucklands. Unterer Jura.

von Ichthyosaurus hat Eberhard Fraas in Stuttgart das Tier so rekonstruiert, wie es die umstehende Abbildung (Fig. 127) zeigt. Dieselbe läßt bei oberflächlicher Betrachtung in ihrer äußeren Gestaltung die größte Ähnlichkeit mit einem Fische nicht verkennen, bei eingehenderem Studium jedoch verläugnet sich die wahre

Reptiliennatur durchaus nicht. Die Ichthyosaurier waren Bewohner der jurassischen und teilweise noch der cretaceischen Meere und wahrscheinlich haben dieselben lebendige Junge zur Welt gebracht. Man hat sogar Individuen davon ausgegraben, bei welchen man das Skelett der Jungen noch im Leibe der Mutter erkennen kann. Ja, selbst der Mageninhalt dieser Tiere ist in fossilem Zustande aufgefunden worden und beweist, daß dieselben sich mit Vorliebe von Fischen und von Cephalopoden genährt haben. Ebenso kennt man die fossilen Exkremente von Ichthyosaurus, die sogenannten Kotsteine oder Koprolithen, lange, spiralgewundene Knollen von kartoffelartiger Gestalt. Aus diesen spiraligen Windungen der Koprolithen hat man mit Recht geschlossen, daß das Ende des Darmkanals bei Ichthyosaurus ebenso wie dasjenige der Haifische spiralförmige Umgänge gehabt



Fig. 126. Ichthyosaurus. Prachtstück im kgl. Naturalienkabinett in Stuttgart. Unterer Jura.

haben muß. Die Ichthyosaurier sind Tiere von ganz gewaltigen Dimensionen gewesen, Exemplare von 6—8 Meter Länge und darüber sind schon bekannt geworden.

Mosasaurus, die Maasechse, ein schlangenartiges, der oberen Kreide eigentümliches Tier, wurde wohl an 7 Meter lang. Am Ende der aus 133 Wirbeln bestehenden Wirbelsäule befand sich ein verhältnißmäßig kleiner Schädel mit stumpfer Schnauze und etwas zusammengedrückten zweikantigen Zähnen. Die Entdeckung dieser Seeschlange der Vorwelt ist zu interessant, als daß wir uns versagen



Fig. 127. Ichthyosaurus. Restauriert nach E. Fraas.

möchten, deren Geschichte unseren Lesern vorzuenthalten. „Schon im Jahre 1780," erzählt Quenstedt, „fand der Garnisonchirurg Hofmann einen gegen 4 Fuß langen Schädel in den weltberühmten, der obersten Kreideformation angehörigen Steinbrüchen von der Festung St. Peter bei Mastricht, die manche für das größte Menschenwerk der Erde halten; an der Art der Arbeit und den Inschriften kann man von oben nach unten nacheinander die Werke der Römer, Goten und Spanier noch unterscheiden. Die Befreiung dieses Schädels kostete dem Finder viel Mühe und Zeit, aber sie gelang, und im Triumph zog er mit seiner Beute heim. Das erregte den Neid

des Steinbruchbesitzers, des Kanonikus Godin, dem (gewiß nicht mit Recht) vom Gericht das Stück wirklich zugesprochen wurde. Dieser ließ nun einen schönen Glaskasten machen, und stellte es in seinem Landgut nahe bei St. Peter auf. Als 1795 die republikanischen Armeen der Franzosen heranrückten, schonten sie vorzugsweise dieses Haus des wissenschaftlichen Schatzes halber. Das merkte der Geistliche und ließ das Stück in der Festung verstecken. Aber der Volksrepräsentant Freicine versprach 600 Flaschen Weins, und schon am Morgen darauf brachten 12 Grenadiere den Kopf, und packten ihn sofort nach Paris ein, wo er im Jardin des Plantes aufgestellt, sich jedenfalls in besseren Händen befindet. Godin wurde später entschädigt, aber die Hofmannschen Erben gingen leer aus."

An 20 Meter lang war auch der sonderbare Brontosaurus (Fig. 128), der Donnersaurier aus den oberen Juraschichten von Wyoming in Nordamerika, dessen starker Schwanz fast die Hälfte der ganzen Körperlänge des Tieres eingenommen hat. Ein sehr kleiner Kopf saß auf dem langen Hals, und das ganze Ungeheuer, dessen Skelett vollständig bekannt geworden ist, macht den Eindruck, als ob es eine auf vier starke Beine gestellte Riesenschlange gewesen wäre. Brontosaurus war ein Reptil von der Ordnung der Dinosaurier, einer ausgestorbenen, in mesozoischer Zeit verbreitet gewesenen Abteilung dieses Wirbeltierstammes, die mannigfaltige Gestaltung zeigt und in ihren Formen bald an die Eidechsen, bald an die Vögel erinnert. Die Dinosaurier erreichten häufig ungeheuere, alle jetzt lebenden und fossilen Landwirbeltiere überragende Größe, doch neben den zu-

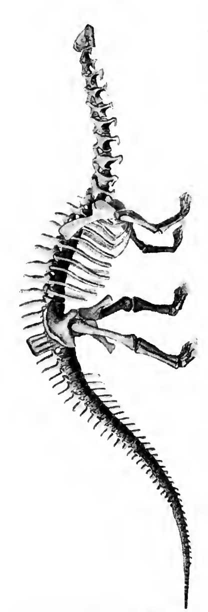


Fig. 128. Brontosaurus excelsus, Marsh. 1/80. Oberer Jura von Amerika.

weilen 12—30 Meter langen und 4—6 Meter hohen Typen sind auch andere bekannt geworden von kaum 1 Meter Länge. Diese Tiere waren teils Fleisch-, teils Pflanzenfresser, und etliche ihrer Familien, so die Theropoden und die Ornithopoden (die Raubtierfüßer und die Vogelfüßer) hatten nur kurze Vorderbeine, dagegen stark entwickelte Hinterextremitäten, auf welchen sie, wie die Vögel einherschritten, indem sie sich dabei des starken Schwanzes als Stütze bedienten. Das war z. B. der Fall bei der hierneben abgebildeten Gattung Iguanodon (Fig. 129), welche zu den größten bekannten Reptilientypen gehört. Lange kannte man nur die fossilen Zähne von spatelförmiger Gestalt und wenige Bruchstücke vom Knochengerüst, im Jahre 1878 wurden aber zu Bernissart in Belgien, in den dortigen Schichten der unteren Kreide

über 20 mehr oder weniger vollständige Skelette dieses ausgestorbenen Geschlechts ausgegraben, wovon zwei prachtvoll restauriert und im Brüsseler Museum aufgestellt worden sind. Eines dieser letzteren stellt unsere Abbildung dar.

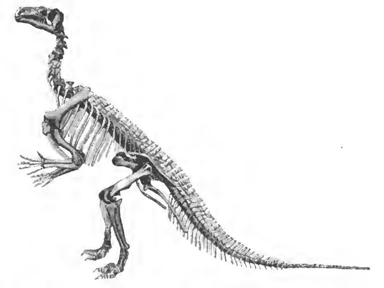


Fig. 129. Iguanodon Bernissartensis, Dolls. $^{1}/_{00}$. Restauriertes Exemplar im Museum zu Brüssel. Untere Kreide.

Zu den Pterosauriern gehören ausgestorbene Reptilienformen, die auf Jura und auf Kreide beschränkt waren und in ihrer äußeren Erscheinung und in ihrer Lebensweise die größte Ähnlichkeit mit den Vögeln besaßen, denn ihre Vorderextremitäten waren zu Flugorganen umgestaltet, jedoch nicht mit Federn versehen, sondern mit einer häutigen Membran, ferner auch in ihren anatomischen Detail vom Vogelgeflügel verschieden. Ihre Flugfähig-

keit war, wie diejenige der Fledermäuse zweifellos beschränkter als diejenige der Vögel, doch erinnert im Skelettbau mancherlei an diese letzteren. Übrigens dürfte feststehen, daß die Pterosaurier nicht nur fliegen, sondern sich auch gehweise fortbewegen konnten. Die Gattung Pterodactylus umfaßt die Pterosaurier mit kurzem Schwanz, Rhamphorhynchus (Fig. 130) diejenigen mit langem, die größten Typen dieser Reptilienabteilung begreift jedoch das Genus



Fig. 130. Ramphorhynchus. Restauriert von Zittel. Oberer Jura.

Pteranodon aus der Kreide Nordamerikas in sich, von welchem Exemplare mit einem 0,76 Meter langen Schädel und mit einer Flügelspannweite von 1—6 Meter bekannt geworden sind. In welcher Weise die Flughaut der Pterosaurier am Körper befestigt war, das zeigt unsere nebenstehende Abbildung, welche ebenfalls die schaufelartige Ausbreitung der Haut am Schwanzende von Rhamphorhynchus erkennen läßt.

In Europa sind die berühmten Örtlichkeiten von

Solnhofen, Eichstädt und Kehlheim in Mittelfranken, wie auch Nusplingen im schwäbischen Jura die hauptsächlichsten Fundpunkte für die Pterosaurier, wie denn auch die beiden Exemplare von Archaeopteryx, welche man kennt, von ebendorther stammen. Über diesen letzteren Typus haben wir schon in einem der vorhergehenden Kapitel eingehender berichtet und können also hier einfach auf diese betreffende Stelle verweisen. Nach der Ansicht verschiedener Geologen sollen übrigens diese jurassischen Vogelreste durchaus nicht die ältesten sein, denn in einem der Trias Nordamerikas angehörigen Sandsteine hat man eine Anzahl dreizehiger Fußspuren entdeckt, die auf ein zweibeiniges Tier, und zwar auf einen Vogel zurückgeführt worden sind. Doch wird der Vogelcharakter dieser Fußfährten aus dem Hastingssandsteine von Connecticut von anderen wiederum angefochten. Die zwischen der Archaeopteryx und den Vögeln der Jetztwelt vorhandene Lücke füllen nun die Odontornithen aus, entweder Laufvögel, Ratiten, große bezahnte Formen mit verkümmerten Flügeln und Schwimmfüßen an den sehr stark entwickelten Hinterextremitäten, wie Hesperornis, der Abendvogel, oder echte Flugvögel, Carinaten, wie der mit pneumatischem Knochengerüst und kräftigen Flugorganen versehene Ichthyornis. Beide Gattungen hatten bezahnte Kiefer, die bei ersterer in einer gemeinsamen Rinne, bei letzterer jedoch in Alveolen staken. Hesperornis und Ichthyornis sind mit noch einigen anderen verwandten Geschlechtern in den Kreideablagerungen von Kansas gefunden worden.

In den obersten Schichten der Trias Schwabens, im Bonebed bei Stuttgart hat im Jahre 1847 der um die

Paläontologie hochverdiente Professor Plieninger zwei mit einer mehrspitzigen Krone versehene Säugetierzähne entdeckt, die allerältesten Reste dieser Wirbeltierklasse, die einem Beuteltier, das man Microlestes antiquus (Fig. 131) genannt hat, angehört haben müssen. Bekanntlich stehen die Beuteltiere mit auf der niedersten Stufe der Säuger, und so ist es denn höchst bemerkenswert, daß auch die ersten Spuren dieser letzteren auf eine solche niedrige Entwickelungsform hinweisen, daß also auch hier erst die niederer, dann die höher organisierten Geschöpfe auf dem Schauplatz des Lebens erscheinen. In den geologisch jüngeren, in den mitteljurassischen Schiefern



Fig. 131. Microlestes antiquus. Pliengr. Die ersten gefundenen Zähne. Obere Trias.

von Stonesfield in England sind dann solche Beuteltiere häufiger, so die Gattungen Phascolotherium und Amphitherium, welche den jetzigen insektenfressenden Marsupialien, insbesondere den Ameisenbeutlern, nahestehen, und auch in noch jüngeren Schichten sind Reste dieser Säuger nicht selten nachgewiesen worden. Übrigens wurden später noch in ebenfalls triassischen Ablagerungen des Kaplandes ein Schädel eines Beutlers vom Typus der Insektenfresser, Tritylodon aufgedeckt, ferner sind dann weitere Funde fossiler Säugetiere auch in gleichalterigen Sedimenten der neuen Welt, Englands und auch nochmals im Schwabenlande gemacht worden, immer aber solche von beuteltierartigen Typen.

Siebentes Kapitel

Känozoische Pflanzenformen und Tiergestalten

Etwas von der Palmenflora der Tertiärzeit. Tertiäre Laubbäume. Fossile Armleuchtergewächse: Characeen. Gesteinsbildende Foraminiferen. Annäherung der Tertiärmollusken an diejenigen der Jetztzeit. Tertiäre Säuger. Die Paläotherienfauna und das Paläotherium. Die tertiäre Säugetierfauna in entwickelungsgeschichtlicher Beziehung. Nashörner und Pferde sind verwandte Geschöpfe. Der Stammbaum der Rhinoceroten und derjenige der Pferde. Die paarzehigen Rüsselträger. Das verschwundene Festland Lemuria ist ihre Urheimat gewesen. Das Schreckenstier: Dinotherium, der Zitzenzahn: Mastodon und das Mammont: Elephas primigenius. Ein Nashorn der Diluvialzeit: Rhinoceros tichorhinus. Das Riesenfaultier: Megatherium, und das Riesengürteltier: Glyptodon. Der Pampeano Argentiniens. Fossile Affenreste. Der Mesopithecus und der Dryopithecus. Spuren des Tertiärmenschen in Argentinien. Schluß.

Die känozoische Ära ist die Zeitperiode der gewaltigen Entfaltung der Angiospermen und der Säugetiere, deren erstes Auftreten in der mesozoischen Formationsgruppe wir schon im vorhergehenden Kapitel kennen gelernt haben. Von bedeutender Wichtigkeit für die känozoische

Flora sind die Palmen geworden, darunter die Gattung Chamärops (Fig. 132), welche im Tertiär größere Verbreitung in Europa hatte, dem gegenwärtig nur noch eine Art als einheimische Pflanze angehört, die Zwergfächerpalme, Chamaerops humilis, ferner ein anderes zu den Fächerpalmen gehöriges Geschlecht, Sabal (Fig. 133), dessen Verwandte noch auf den Antillen leben, und das

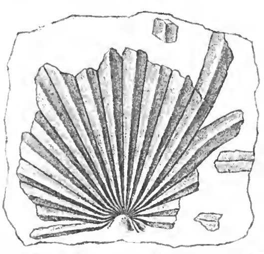


Fig. 132. Chamaerops helvetica, Heer. Fächerpalme aus dem Alttertiär.

gänzlich ausgestorbene Genus Flabellaria, das mit Wedeln von über 2 Meter Breite geschmückt gewesen ist. Flabellaria mag wohl eine Vorläuferin der Coryphinen, der Gebang- oder Schirmpalmen gewesen seien. Seltener als die Fächerpalmen kommen in den Ablagerungen der Tertiärzeit die Fiederpalmen vor, von welchen die Gattung Phönicites große Annäherung an unsere Dattelpalme, Phönix, und ebenso an die Piassabapalme Brasiliens, an Attalea, zeigt.

Ein ganz eigentümlicher Palmentypus der Tertiärzeit war Calamopsis, welcher sehr an die Schlingpalmen oder auch Schilfpalmen, an den Rotang (Calamus) Ostindiens erinnert, eine Pflanzenform, die sich mit ihren Blättern und dünnen Stengeln zwischen den Blättern anderer Bäume in die Höhe schlingt, an 160 Meter lange und

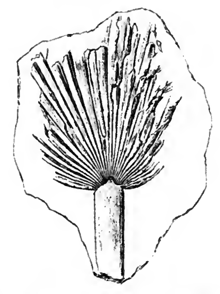


Fig. 133 **Sabal haeringiana, Unger.** Eine andere Fächerpalme aus dem Alttertiär.

nur wenige Zentimeter dicke Stämme besitzt und in den Moräften und Sümpfen von Java und Sumatra durch ihre dichten, die anderen Gewächse umschlingenden Bestände und ihre stacheligen Blätter undurchdringliche Walddickichte herstellt.

Unter den tertiären Laubhölzern sind schon die Mehrzahl unserer jetzigen Gattungen vorhanden, so der heut-

zutage in Westindien und Südamerika heimische Seifenbaum Sapindus (Fig. 134), der Lorbeer, Laurus (Fig. 135), dann der schon im cenomanen Quadersandstein von Niederschöna bei Freiberg in Sachsen vertretene Zimmetlorbeer,

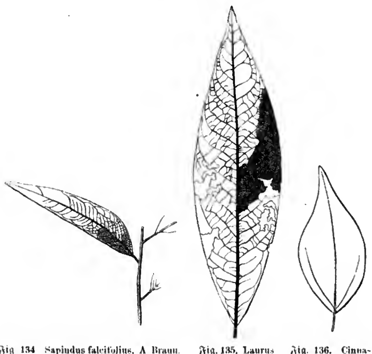


Fig 134 Sapindus falcifolius, A Braun. Jungtertiär.

Fig. 135. Laurus princeps, Heer. Alttertiär.

Fig. 136. Cinnamomum polymorphum. Heer. Alttertiär.

Cinnamomum (Fig. 136), dessen Reste wichtige Leitfossilien abgegeben haben, ferner der Weidenbaum, Salix, eine Gattung, welche übrigens schon im Jungtertiär ihre Hauptentwickelung erreicht hat, und Zizyphus, der Judendorn (Fig. 137), der heute in den das Mittelmeer umsäumenden

Ländern lebt, im Tertiär aber auch in unseren Breiten heimisch war, des Wallnußbaums, Juglans (Fig. 138), dessen fossile Nüsse sogar bekannt sind, und der Pappel, Populus (Fig. 139) nicht zu vergessen. Auch der Eichenbaum, Quercus, sei hier erwähnt, mit Formen, die heute

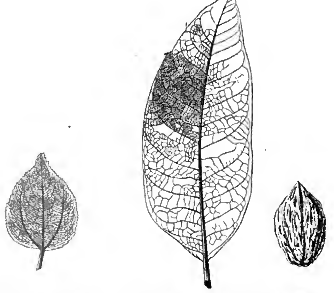
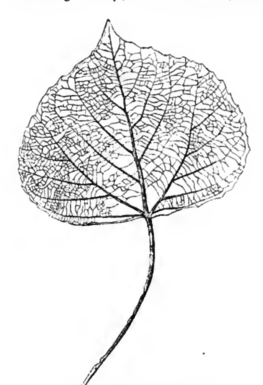


Fig. 137. Zizyphus tiliaefolius, Ettingshausen. Jungtertiär.

Fig. 138. Iuglans acuminata, A. Braun. Blatt. Iuglans corrugata, Ludwig. Nuß. Jungtertiär.

noch in den Berglanden Zentralamerikas zu finden sind, sodann Betula, die Birke (Fig. 140), deren Arten sowohl im Tertiär, als auch im Diluvium nachgewiesen sind. So hatte die Zwergbirke, Betula nana, welche bis an die Grenzen der Baumvegetation geht, also bis zum 71. Grad n. Br., schon während der Eiszeit große Verbreitung in

Europa. Acer, der Ahornbaum (Fig. 141), welcher bereits am Ende der Kreidezeit in Europa erschienen ist, hat hier während der jüngeren Tertiärperiode die höchste Entwickelung erreicht, in deren Ablagerungen etwa 20 Arten





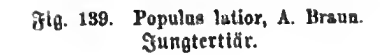


Fig. 139. Populus latior, A. Braun. Jungtertiär.

Fig. 140. Betula prisca. Ettingshausen. Jungtertiär. Nach Schimper.

dieses vielgestaltigen Typus begraben liegen, von welchen Acer trilobatum die allerhäufigste ist. Ihr Vegetationsgebiet hat 18 Längen- und 7 Breitengrade umspannt, sie ist am Mont Menat im Auvergner Lande und in Tokai

in Ungarn aufgefunden worden, ebenso in den Schichten von Sinigaglia in Italien und von Schoßnitz in Schlesien, und zwar nicht nur in Blatt-, sondern auch in Frucht- und sogar in Blütheüberresten. Einen noch größeren Verbreitungsbezirk kann der Amberbaum, Liquidambar

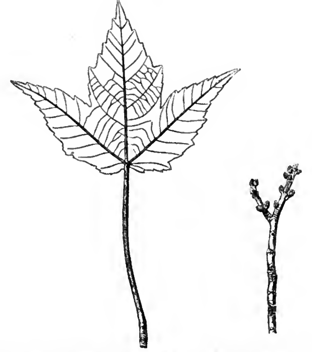


Fig. 141. Acer trilobatum, A. Braun. Zweig mit Knospen und normal ausgebildetes Blatt. Aus dem Jungtertiär. Nach Schimper.

(Fig. 142), aufweisen, dessen bekannteste tertiäre Species, L. europaeum von den Gefilden Toskanas bis hinauf nach Grönland geblüht und gegrünt hat.

Eine niederer entwickelte, für die Tertiärzeit wichtige Pflanzenform ist Chara (Fig. 143), der Typus der Cha-

raceen oder Armleuchtergewächse gewesen, die übrigens schon in den Süß- und Brackwassern der mesozoischen



Fig 142. Liquidambar europaeum, A. Braun. Aus dem Jungtertiär. Nach Schimper.









Fig. 144. Globigerina bulloides, d'Orbigny. Stark vergrößert. Ansicht von zwei Seiten. Aus dem Alttertiär. Nach Andreä.

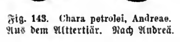


Fig. 143. Chara petrolei, Andreae. Aus dem Alttertiär. Nach Andreä.

Periode vegetierte. Ihre von spiralig angeordneten Hüllblättern umgebenen Früchte, die Nüßchen, sind uns in

Menge erhalten geblieben und erfüllen zuweilen zu tausenden und abertausenden die tertiären Gesteine. Die fossilen

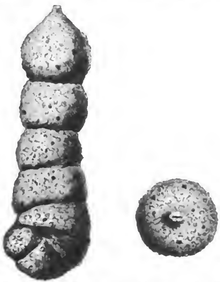


Fig. 145. Haplophragmium Humboldti, Reuss. Stark vergrößert. Von der Seite und von oben. Aus dem Alttertiär. Nach Andreä.

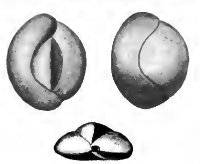


Fig. 146. Triloculina orbicularis, Reuss. Stark vergrößerte Ansicht von verschiedenen Seiten. Aus dem Alttertiär. Nach Andreä.

Characeen mögen wohl ähnliche grüne Gründe am Boden der tertiären Wasserbecken gebildet haben, wie ihre recenten Vertreter in den Seen und Flüssen der Jetztzeit.

Von der niederen Tierwelt müssen wir die mit der carbonischen Gattung Fusulina verwandte Forminifere Amphistegina erwähnen, deren Anfänge schon ins paläozoische Zeitalter hinabreichen, und deren Nachkommen noch heute in den tropischen Meeren leben. Amphistegina Haueri hat einen gewaltigen Anteil an der Bildung des Leithakalkes im Wiener Tertiärbecken; aus diesem von Millionen ihrer Schälchen erfüllten Gesteine sind mehrere der Prachtbauten Wiens, beispielsweise das neue Opernhaus, gebaut. Globigerina (Fig. 144), eine schon in der weißen Schreibkreide in ungeheuerer Menge begrabene Gattung, Haplophragmium (Fig. 145) mit ihren zierlichen, aus winzigen Fremdkörperchen zusammengekitteten Gehäusen,

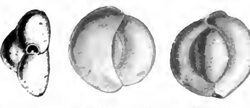


Fig. 147. Quinqueloculina triangularis, d'Orbigny. Stark vergrößerte Ansicht nach verschiedenen Seiten. Aus dem Alttertiär. Nach Andreä.

sodann die Geschlechter Triloculina (Fig. 146) und Quinqueloculina (Fig. 147) sind weitere gesellig lebende und in der Tertiärzeit gesteinsbildend auftretende Forminiferengattungen. Die beiden letztgenannten Typen haben schon an den der oberen Kreide angehörigen Felswänden Istriens und besonders an den Kalksteinen der älteren Tertiärperiode, am Miliolidenkalke nach Kräften mitgebaut, kommen aber auch in dem in Deutschland zumeist verbreiteten Tertiärgebilde, im oligocänen Rupel- oder Sep-

tarienthone in größerer Menge vor. Die weitaus wichtigste Rolle unter den känozoischen Foraminiferen, sowohl im Hinblick auf den Anteil an der Gesteinsbildung, als auch in demjenigen als Leitfossilien ist der Gattung Nummulites (Fig. 148) zugefallen. Auch sie hatte ihre paläozoischen Ahnen, gelangte aber während der Tertiärzeit zur höchsten Blüte, um dann rasch abzusterben, denn nur eine einzige Species dieses artenreichen Geschlechts, das einen Durchmesser von

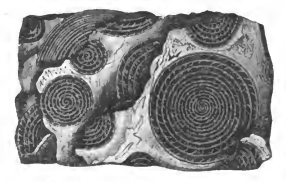


Fig. 148. Ein Stück Nummulitenkalkstein mit Nummuliten. Alttertiär.

6 Zentimetern erreichte, lebt noch in ganz kleinen Individuen. Gewaltige Gesteinskomplexe in Südeuropa, so in den Alpen und in den Pyrenäen, im Balkan, in Asien, Afrika und im südlichen Nordamerika bestehen aus solchen Nummulitenkalken. Von den Schwämmen der känozoischen Formationsgruppe ist nicht viel besonderes zu sagen, denn Ablagerungen mit solchen fossilen Resten sind aus der Tertiärzeit nur in geringer Anzahl bisher aufgefunden worden. Im allgemeinen giebt sich bezüglich der wirbellosen Tiere das Bestreben kund, sich immer mehr und

mehr an die Formen der Gegenwart anzuschließen. Dies gilt in hervorragendem Sinne von den Weichtieren. In den ältesten känozoischen Sedimenten, im Eocän, können wir schon etwa 3% der lebenden Molluskenarten beobachten, während in einer höheren Abteilung des Tertiärs, im Miocän bis 40% davon vorhanden sind, die in den nächstjüngeren Schichten im Altpliocän schon auf etwa 60% steigen, um im Jungpliocän, in der jüngsten tertiären Ablagerung sogar 90% zu betragen.

Was nun die Säugetierfauna anbetrifft, so liegen in den alttertiären Schichten zumeist Huftiere begraben, Paarhufer und Unpaarhufer, der Mehrzahl nach Kollektivtypen, daneben auch schon, wenn auch seltener, unseren heutigen Raubtieren, Nagern, Insektenfressern, Rüsselträgern und Halbaffen ähnliche und nahe verwandte Tiere, während in den jüngeren Tertiärgebilden die Säuger der Gegenwart dagegen sehr in den Vordergrund getreten sind und die Sammeltypen nach und nach verdrängen. Auch Rassenverschiedenheiten machen sich nach Gaudry, einem unserer ausgezeichnetsten Kenner der tertiären Säugetiere, schon im oberen Miocän bemerkbar. Die besagte ältere Säugetierfauna nennt man auch die Paläotherienfauna; ihre Tierformen waren vorzugsweise nach Art unserer Tapire gebaut, und Paläotherium selbst (Fig. 149), dessen Überreste der berühmte Cuvier in den Süßwassergypsen von Paris zuerst aufgefunden und in seinem unsterblichen Werk „Recherches sur les ossements fossiles“ beschrieben hat, ist deren ächter Typus. Das soeben erwähnte unpaarzehige Huftier war mit einem Rüssel, wie der Tapir, versehen, besaß einen kurzen Schwanz und an den Glied-

maßen drei Zehen, ähnlich wie die Nashörner, deren mittlere ihm aber besonders zum Auftreten diente. Sein Gebiß war aus drei Eckzähnen, einem Schneidezahn, drei bis vier vorderen und drei hinteren Backenzähnen zusammengesetzt.

Es giebt kaum ein anderes Kapitel in der gesamten Fossilienkunde, das in entwickelungsgeschichtlicher Beziehung so interessant wäre, als dasjenige, welches sich mit dem

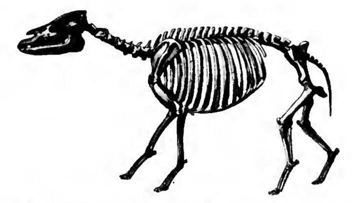


Fig. 149. Palaeotherium magnum, Cuvier. Restauriertes Skelett. Aus dem Alttertiär. Nach Gaudry.

Studium der tertiären Säugetiere und mit dem Zusammenhange dieser Formen mit deren Vertretern in der Fauna der Jetztwelt befaßt. Auf keinem anderen Gebiete sind so schlagende und geradezu überwältigende Beweise für die Transmutationstheorie zu Tage gefördert worden, als eben hier. Männer, wie der Franzose Gaudry, wie die amerikanischen Forscher Marsh und Cope, wie der unglückliche russische Professor Kowalewsky und wie die deutschen Gelehrten Dames, Döderlein, Koken, Schlosser, Zittel und

noch andere mehr haben es sich zur Aufgabe ihres Lebens gemacht, die Fäden, welche unsere Säugetierfauna der Jetztzeit mit den zahllosen ausgestorbenen Geschlechtern der tertiären Vorwelt verbinden, bis zu ihrem Ursprung hin zu verfolgen und die zwischen diesen Typen vorhandenen verwandtschaftlichen Beziehungen zu erhellen und aufzuklären. Aber das ist kein leichtes Stück Arbeit, denn um erfolgreich auf diesem weiten Felde forschen zu können, dazu bedarf es nicht nur eines ungewöhnlichen Scharfsinns und eines großen Materials an fossilen Resten mit allem dem hierzu nötigen Beiwerk an Litteratur und Vergleichsstücken, sondern auch einer eingehenden Kenntnis des Körperbaues unserer heutigen Säuger, ihrer ontogenetischen Entwickelung und ihrer Lebensgewohnheiten. So ist es denn schon in vielen Fällen gelungen, die Abstammung mancher Glieder unserer Säugetierfauna der Gegenwart festzustellen, und dabei sind höchst interessante Dinge bekannt geworden. Eines der allerschönsten Beispiele solcher rekonstruierter Stammbäume ist dasjenige, welches uns das Werden und die Herausbildung der Equiden, der pferdeartigen Tiere vor Augen führt. Unter den unpaarzehigen Säugern giebt es eine Abteilung großer und plumper Dickhäuter, die Rhinoceridä oder Nashörner, deren Natur ja allgemein bekannt ist und hier keiner Erläuterung mehr bedarf. Zu den unpaarzehigen Säugetieren gehört ferner auch das Pferd und seine Verwandten, wie die verschiedenen Eselsarten, das Zebra u. s. f. „Wenn man," so sagt Gaudry, „ein stolzes Roß sich bäumen sieht, — sieht, wie es mit seinem einen Huf an jedem Fuß den Boden schlägt und im Dahinrennen ‚den Weg verschlingt', so

wird man sich auf den ersten Augenblick kaum vorstellen können, daß überhaupt zwischen ihm und einem Rhinoceros verwandtschaftliche Bande existieren könnten.“ Aber es ist dennoch so! Im Alttertiär, im Eocän der neuen und der alten Welt kommt eine Familie unpaarzehiger Säuger vor, die Hyracotherien mit vier Zehen an den vorderen und dreien an den hinteren Gliedmaßen, und diese Typen sind wiederum zurückzuführen auf eine noch ältere Sammelform, auf den Phenacodus, mit dem wir uns hier nicht weiter beschäftigen können. Von Hyracotherium stammen nun zweifelsohne die Rhinocerosse ab; es ist die erstgenannte Gattung des Urtypus aller übrigen Unpaarhufer, und ihre Größe mag die eines Fuchses kaum übertroffen haben. Ein Bindeglied zwischen den Nashörnern und den Hyracotherien ist die in manchen Eigentümlichkeiten wieder an den Tapir erinnernde Lophiodon genannte Gattung, deren Individuen an Umfang zuweilen dem recenten Rhinoceros nahe gekommen sein dürften, und dieser schließen sich wiederum eine große Reihe weiterer nashornartiger Geschöpfe an, so Aceratherium und seine Verwandten, welche man schon als die primitivsten echten Nashörner auffassen kann. Die Rhinoceroten der Jetztzeit haben noch drei Zehen an den vorderen Gliedmaßen und die vierte, äußere, ist nur als kleiner rudimentärer Knochen vorhanden, Aceratherium dagegen hatte deren noch vier an den Vorderbeinen, aber auch hier war die äußere Zehe bereits sehr viel kürzer, als die drei übrigen. Die Genera, welche den Übergang zwischen diesen Prototypen der Nashörner und den Rhinocerossen der Jetztwelt vermitteln, sind ziemlich vollständig bekannt, so daß der Zu-

sammenhang dieser letzteren mit den eocänen Hyracotherien nicht angefochten und angezweifelt werden kann.

Nicht anders ist es mit den Pferden. Das Paläotherium, das wir schon weiter oben kennen lernten, steht zu den ebengenannten eocänen Unpaarhufern in genau demselben Verhältnis etwa, als wie Aceratherium zu den ersteren. Auch dieser Umstand ist über alle Zweifel erhaben und durch zahlreiche, an sehr vollständigen Funden gemachte Beobachtungen erwiesen. Paläotherium besaß, wie wir sahen, noch die fast ziemlich gleich ausgebildeten Zehen; eine sehr nahe damit verwandte, aber schlankere und hochbeinigere, geologisch jüngere Gattung, Anchitherium, deren Bezahnung übrigens so sehr mit derjenigen der erstgenannten übereinstimmt, das Cuvier beide vereinigte, ehe er die Gliedmaßen der letzteren Form kannte, zeigt aber schon die Mittelzehe sehr viel stärker entwickelt. Dieses Geschlecht ist der eigentliche Ausgangspunkt unserer Pferde, deren Stammbaum vom Anchitherium ab wohl zu den genauest bekannten Dingen in der Paläontologie überhaupt gehört. Bei den geologisch jüngeren Formen treten allmählich die linke und die rechte Zehe mehr und mehr zurück, und nur die mittlere bleibt bestehen. Jene zeigen sich bei den pliocänen Gattungen schon sehr stark reduziert, und beim Pferd sind nur noch dünne stilettförmige Knochen zu sehen, die durch einen Rückschlag, durch Atavismus, in seltenen Fällen wieder sehr viel bedeutender entwickelt sein können, so daß dann der Bau der Gliedmaßen des betreffenden Individuums durchaus an die pliocänen Ahnen der Pferde, an Protohippus und Hipparion erinnert. Gleichzeitig mit der Umbildung

der Fußknochen ging bei den pferdeartigen Säugern auch eine Umgestaltung der Bezahnung vor sich, die sich genau eben so feststellen läßt.

„Wenn wir," sagt Gaudry, „bloß die heutigen Vorkommnisse betrachten, so würde es uns schwer fallen, die stilettförmigen Knochen des Pferdefußes zu deuten, die keine Funktion besitzen. Solche Organe ohne Funktion würden unbegreiflich sein, stünde uns die Transmutationstheorie nicht helfend zur Seite. Angesichts solcher rudimentärer und unnützer Organe könnte man an die Möglichkeit glauben, daß die Harmonie der organischen Welt irgendwie gestört werden könne, uns Transmutationstheoretikern aber, die wir die Arten nur als einfache vorübergehende Moden betrachten, verschlägt es wenig, wenn wir nicht alles das, dessen Entwickelung wir durch die geologischen Zeitabschnitte hindurch verfolgen können, auf jeder Stufe der Wesen vereinigt wiederfinden; was heute unnütz ist, war gestern von Nutzen, oder wird es morgen sein. Wenn wir im Frühjahr einen Baum sehen, dessen Blütenknospen sich nicht gleich zum vollen Laub entwickeln, so wundern wir uns nicht im geringsten, wissen wir doch, daß jene Knospen sich langsam entwickeln, und sehen wir die Staubfäden und Pistille der Blüten vertrocknen, so zeihen wir dessentwegen die Natur mit nichten der Unvollständigkeit, denn wir erinnern uns daran, daß ihr Saft sich umwandeln wird zu köstlichen Früchten. Nicht anders ist es mit der Entwickelung der tierischen Organe im Lauf der Zeiten; hier tritt ein Organ auf von nichtigem, unnützem Ansehen, dort verschwindet ein anderes, das so bedeutsam erschien, dieses

Auftreten aber, diese Atrophie oder diese Hypertrophie sind nichts als Erscheinungen der allmählichen Entwickelung, durch welche der göttliche Künstler die Natur zum besten Ende leitet." Alle die hochinteressanten Thatsachen, welche die neuere Paläontologie bezüglich der Verwandtschaft unserer Säuger hat feststellen können, hier nur andeutungsweise vorzuführen, dazu mangeln uns Zeit und Raum. Wir müßten ein dickes Buch schreiben, um nur die wesentlichsten der hierher gehörigen Dinge zu erörtern, deren Zahl täglich zunimmt, denn die Wissenschaft steht nie still, und jedes Jahr häuft neue Errungenschaften auf die alten. Immer größer, aber auch weitläufiger und schwieriger zu übersehen wird die Mannigfaltigkeit der Formen.

Die jüngere Fauna des Tertiärs weist als eine ihr ganz besondere Eigentümlichkeit das Auftreten großer Rüsseltiere auf, deren Entwickelungsgebiet nach den neueren Anschauungen nicht Europa, sondern ein vormals im Osten und Südosten unseres Erdteils vorhanden gewesener Kontinent, der Lemurenkontinent oder Lemurien gewesen sein soll. Aus dem geologischen Vorkommen der Lemuren, einer Familie der Halbaffen, welche während des Alttertiärs noch bestimmte Vorläufer in Europa und Amerika gehabt haben, dann aber gänzlich aus diesen Erdteilen verschwunden sind, in der Gegenwart aber das südliche Afrika, Madagaskar und Südasien bevölkern, schließt man auf dieses ehemalige Festland, dessen Trümmer die erwähnten Verbreitungsbezirke der Halbaffen darstellen. Für dessen vormaliges Vorhandensein sprechen übrigens noch eine Reihe anderer zoogeographischer und auch geologischer Thatsachen, wie denn auch durch die muster-

giltigen Arbeiten Neumayrs die Existenz Lemuriens schon während der Jurazeit erwiesen sein dürfte. Aus jenem während der jüngeren Tertiärzeit unter die Fluten des Meeres untergetauchten Festlande sind also die paarzehigen Rüsselträger, die Elephanten, Mastodonten, Dinotherien und noch andere Säuger mehr eingewandert in unseren Kontinent, und später von diesem in Nord- und in Südamerika, wahrscheinlich darum, weil ihre alte Heimat



Fig. 150. Dinotherium giganteum, Kaup. Schädel im Darmstädter Museum. Aus dem Jungtertiär von Eppelsheim.

von den Wasserwogen bedeckt wurde, während, wie wir sahen, der Ursitz der älteren, der Paläotherienfauna ohne Zweifel die neue Welt gewesen ist, und deren älteste Vertreter in Europa von dorther zu uns gekommen sein dürften.

Zu den sonderbarsten Typen der genannten Rüsseltiere oder Proboscidier gehört Dinotherium (Fig. 150), aus dessen Unterkiefer zwei große, hackenförmig nach

unten gekrümmte Stoßzähne hervorragen, und das an 4,5 Meter hoch geworden ist. In Europa und Indien sind Reste dieses Ungeheuers aufgedeckt worden, in dem letzteren Lande in etwas älteren Sedimenten (Siwalikbildungen), als in unserem Erdteil, dessen jüngsten Tertiärablagerungen sie zumeist angehören. Den vorstehend abgebildeten Schädel, eine Zierde des Museums in Darmstadt, hat im Jahre 1836 der Professor Klipstein aus Gießen in

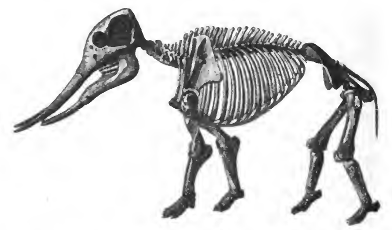


Fig. 151. **Mastodon angustidens, Cuvier.** Restauriert nach den jungtertiären Resten von Simorre in Frankreich. Nach Gaudry.

Eppelsheim bei Mainz ausgegraben. Mastodon, der Zitzenzahn (Fig. 151), nach seinen denjenigen der Schweine ähnlichen zitzenförmigen Zähnen, das dem europäischen Tertiär, in Amerika aber noch den diluvialen Bildungen in vielen Arten angehört, ist mehrfach in vollständigen Skeletten gefunden worden. Eines der ersten, das ausgegraben wurde, stammt vom Ohio und gelangte durch seinen Finder, einen französischen Offizier, nach Paris,

woselbst man es als Ohiomammont oder als Ohiotier bezeichnete, wie denn auch die Knochen des Mastodon lange mit denjenigen des Mammont selbst verwechselt worden sind. Daß dieses letztere übrigens mit Mastodon in engen verwandtschaftlichen Beziehungen steht, das ist sicher und erwiesen, wenn es auch auf den ersten Anblick davon abzuweichen scheint. Mit dichtem Haarkleid, das ihm ermöglichte, die kalten und vereisten Gegenden zu

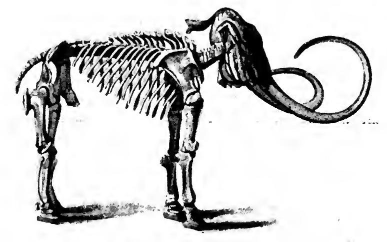


Fig. 152. Elephas primigenius, Blumenbach. Diluvial.

bewohnen, war das Mammont, Elephas primigenius (Fig. 152), versehen, das eine der für die Diluvialbildungen bezeichnendsten Formen darstellt und wohl in großen Heerden die Steppen und Tundren der damaligen Zeit bevölkerte. Mit Schluß dieser letzten Periode in der Entwickelung unseres Planeten ist es zusammen mit noch anderen Diluvialtieren von der Erde auf ganz rätselhafte und noch völlig unaufgeklärte Weise verschwunden. Für

die ganz ungeheuere Entwickelung dieser riesigen Proboscidiers spricht allein schon der Umstand überzeugend genug, daß etwa ein Dritteil des gesamten auf Erden verbrauchten Elfenbeins von den zahllosen fossilen Stoßzähnen des Mammont geliefert wird. Ganze Kadaver desselben sind im sibirischen Eise eingefroren gefunden worden, leider aber ist aus Unkenntnis oder Unverstand der Finder nicht viel davon erhalten geblieben, doch kann man sich heutzutage, dank dieser erfrorenen Leichen immerhin ein richtiges Bild dieses Riesentieres machen, dessen Fleisch einmal noch so frisch im Eise erhalten geblieben war, daß tungusische Jäger ihren Hunden davon zu fressen geben und sich aus seinem Fell Riemenzeug schneiden konnten. Sein treuer Begleiter war eine Nashornart, Rhinoceros tichorhinus, dessen Leichen ebenfalls in gefrorenem Zustand noch vorkommen, dem jedoch ein Wollpelz, ähnlich wie das Mammont einen hatte, mangelte. Da man aber noch zwischen seinen Zähnen Futterreste, und darunter Nadeln von Pinus und anderen Koniferen fand, welche darauf hindeuten, daß seine Aufenthaltsorte mit ähnlichen Gewächsen, wie das Sibirien der Gegenwart bestanden waren, so kann an seiner nordischen Natur nicht gezweifelt werden.

„Was hangt denn dort bewegungslos
Zum Knaul zusammengeballt,
So riesenfaul und riesengroß
Im Urururwald?
Dreifach so wuchtig als ein Stier,
Dreifach so schwer und dumm —
Ein Klettertier, ein Krallentier:
Das Megatherium!“

Wir könnten uns eigentlich eine weitere Schilderung des Megatherium (Fig. 153) sparen, so schön und gut hat uns Scheffel in den obenstehenden, seinem allbekannten „Gaudeamus“ entnommenen humoristischen Versen die Natur dieses Riesenfaultiers geschildert, dessen Gebeine



Fig. 153. Megatherium Cuireri, Desmst. Aus dem Pampeano Argentiniens. Skelett im Madrider Museum.

im Pampeano, einer analog unserem Löß (siehe im letzten Kapitel dieses Buches) durch die Luftströmungen zusammengetragenen, mächtigen sandigmergeligen Ablagerung in den Pampas Argentiniens begraben liegen mitsamt noch vielen anderen Tierkörpern, als da sind riesige Gürteltiere, so das Glyptodon (Fig. 154) und der Panochtus, große Katzen, Hirsche,

Lamas und Pferde, welche alle unbestreitbar die Vorläufer der heutigen Säugetiere Südamerikas sind, wenn auch keine ihrer Arten mehr am Leben ist. An die Dimensionen eines Elephanten hat die Körpergröße des Megatherium sicherlich herangereicht, das sich wohl zumeist vermittelst seines gewaltig entwickelten Schwanzes, dessen es sich als Stütze bediente, und seiner enorm starken Hinterbeine fortbewegte und im stande war, Bäume zu entwurzeln, um sie nachher abzufressen. Im Museum zu Madrid kann man das

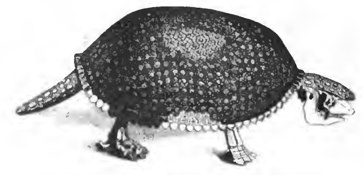


Fig. 154. Glyptodon. Aus dem Pampeano Argentiniens.

erste Skelett dieses Riesentieres, das vor nunmehr 100 Jahren dorthin gebracht wurde, bewundern,

„Doch bist du staunend ihm genaht,
Verliere nicht den Mut:
So ungeheure Faulheit that
Nur vor der Sündflut gut.“

Neben dem Riesenfaultier lebten zur Zeit der Bildung des Pampeano in Argentinien noch Riesengürteltiere, die ebenerwähnten Glyptodon und Panochtus, welche von einem mächtigen schildkrötenartigen, aber aus kleinen Knochen-

platten bestehenden Panzer umgürtet waren. Dieser letztere war unbeweglich, nicht aber mobil und gegliedert wie derjenige der gegenwärtig lebenden Gürteltiere. Auch die Glyptodonten sind Geschöpfe von beträchtlicher Dimension gewesen, und man kann sich dieselben am besten als riesige landschildkrötenartige, dem Rhinoceros an Größe kaum nachstehende Vierfüßler vorstellen.

Ehe wir dieses Kapitel beschließen, mögen uns noch einige Worte über die fossilen Affen und über den Tertiärmenschen vergönnt sein. Fossile Affenreste sind in känozoischen Sedimenten seltene Dinge, doch mehren sich die Funde täglich, und erst vor kurzer Zeit wurde noch in Roussillon ein Affenschädel ausgegraben, der ein Bindeglied darstellt zwischen den Meerkatzen und dem von Pikermi bei Athen, einem der reichsten Fundpunkte tertiärer Säugetierreste in Europa, stammenden Mesopithecus (Fig. 155). Dieser letztere war ein dem Pavian ähnlicher Typus, welcher wiederum die Lücke zwischen den Schlankaffen und den Meerkatzen auszufüllen scheint. Der interessanteste Fund in dieser Beziehung ist aber bis vor kurzem der Dryopithecus (Fig. 156) gewesen, der im Jungtertiär von Mitteleuropa entdeckt wurde und den menschenähnlichsten Affen darstellen sollte. In der ganzen Ausbildung seines Schädels glaubte man starke Verwandtschaft mit dem Negertypus erkennen zu müssen, zumal auch seine Backenzähne den menschlichen sehr nahe stehen, und der Eckzahn aufrecht war und nicht nach vorne geneigt, wie dies bei den Affen der Fall ist. Ja, man ist sogar soweit gegangen, dem Dryopithecus die Anfertigung roher Feuersteinwaffen (Fig. 157) aus dem Jungtertiär

Südfrankreichs zuzuschreiben, deren Artefaktennatur übrigens von sehr kompetenter Seite (Virchow) stark angezweifelt



Fig. 155. Mesopithecus Pentelici, Gaudry. Jungtertiär von Pikermi bei Athen.

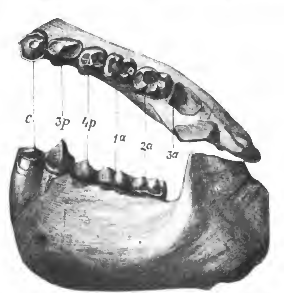


Fig. 156. Dryopithecus Fontani, Gaudry. Jungtertiär von St. Gaudens in Frankreich. Linker Unterkiefer von außen und von oben gesehen.
c Schneidezahn; 3p und 4p vordere Backenzähne; 1a und 2a erste Molaren
3a Alveole des hinteren Backenzahnes.

worden ist. Neuere Funde dieses seltsamen Affentieres haben aber alle diese schönen Kombinationen umgeworfen, „und danach, was man nun vom Dryopithecus weiß," sagt Gaudry, „war er nicht nur weit vom Menschen

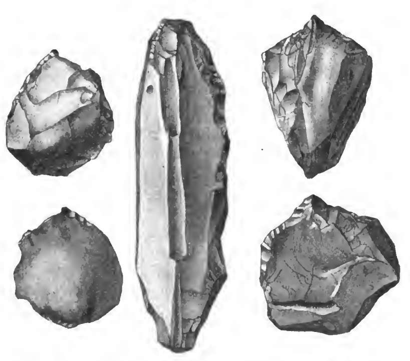


Fig. 157. Feuersteinsplitter aus dem Jungtertiär von Thenay in Frankreich, welche der Dryopithecus bearbeitet haben soll.

entfernt, sondern noch auf niedrigerer Stufe stehend, als mehrere lebende Affen. Da es aber der höchst entwickeltste ist unter den fossilen Typen dieser Geschöpfe, so muß man eingestehen, daß die Paläontologie das Zwischenglied zwischen dem Menschen und den Tieren noch nicht gefunden hat."

Kann man dieses unser Geschlecht mit den Affen verbindende Geschöpf auch noch nicht nachweisen, so glaubt man doch in neuerer Zeit wieder dem tertiären Menschen selbst auf der Spur zu sein. Es wäre dies nicht das erste Mal, daß man meint, dergleichen feststellen zu können, und die Lehre von unserem Urahn aus der Tertiärzeit ist nicht neu. Neu aber ist dieses Mal die Art und Weise, wie der tertiäre Mensch gelebt haben soll. Man hat nämlich im weiter oben schon erwähnten Pampeano der argentinischen Republik, so bei Paso del Cannon in der Nähe von Mercedes, Panzer von Glyptodon und von Panochtus ausgegraben, die mit der Bauchöffnung nach unten, mit dem Rücken aber nach oben in der Erde lagen und auf der alten Bodenoberfläche, die in deren Schutz erhalten geblieben war, aufruhten. Um die Panzer herum beobachtete man Kohlen- und Aschereste, zerschlagene Steine und Knochen der fossilen Säuger des Pampeano. „Diese Funde," sagt Ameghino, einer der Entdecker der besagten Dinge, „ließ nur eine Deutung zu, denn wir erinnern nochmals daran, daß der Pampeano eine subärische (d. h. durch Luftströmungen zusammengewehte) Formation ist. Der Mensch der Pliocänzeit (der jüngsten Tertiärbildung) hatte sich den Panzer des toten Gürteltieres ausgeleert und zur Wohnung eingerichtet, und, um etwas mehr Raum zu gewinnen, hatte er die Erde unter demselben ausgehöhlt. Solche Panzer haben nach Burmeister eine Länge von 1,54 Meter, eine Breite von 1,32 und 1,05 Meter Höhe; wurde der Boden darunter noch etwas herausgekratzt, so gab das einen Raum von 1,5 Meter Höhe, der gegen die Elemente, wie auch gegen die Angriffe

wilder Tiere völligen Schutz gewährte. Die Hütten vieler heute lebenden Wilden und die Kabinen vieler Matrosen sind nicht so geräumig." Ferner hat man auch aufrecht gestellte Panzer mit menschlichen Skeletten darin gefunden, und zwar waren sie, wie man beobachten konnte, stets so gestellt, daß der Rückenschild dem gefürchteten Pampassturm zugewendet gewesen ist. Was nun das tertiäre Alter dieser Reste anbetrifft, so wollen wir hier bemerken, daß über die Stellung des Pampeano noch Zweifel unter den Geologen bestehen, denn nach Santiago Roth hat derselbe eocänes, nach Ameghino ganz jungtertiäres, pliocänes, und nach anderen Gelehrten wiederum nur diluviales Alter. Die absolute Richtigkeit der hier aufgeführten Thatsachen ist über jedes Bedenken erhaben, anders verhält es sich mit den daraus gezogenen weitgehenden Schlüssen, deren Wert wir dahingestellt sein lassen müssen. Doch sollen auch dieses nicht die ältesten menschlichen Spuren in Argentinien sein, denn in einer noch früher zur Ausbildung gekommenen Schichtenreihe Argentiniens, in den unter dem Pampeano lagernden, Araucano genannten, mitteltertiären Ablagerungen sind bearbeitete Steine, zerspaltene Röhrenknochen u. s. f. nachgewiesen worden, auch Feuerstätten, deren künstliche und von Menschenhand erzeugte Natur aus dem absoluten Mangel irgend eines Materials, wie Torf oder Kohle, die zufälligerweise hätten in Brand geraten können, im Araucano noch mehr bestätigt wird. Auch über diese eigentümlichen Funde läßt sich zur Zeit nur wenig sagen. Man muß vorsichtig sein in solchen Dingen, das hat uns der jüngst zu Tage geförderte Dryopithecus gelehrt!

Achtes Kapitel

Die Sedimentärformationen mit besonderer Berücksichtigung des deutschen Grund und Bodens

Die paläozoischen Bildungen. Cambrium und Silur. Die devonischen Sedimente und deren Old-red-sandstone-Facies. Das carbonische System. Was die Steinkohlen sind und wie der Verkohlungsprozeß vor sich geht. Über die Entstehung des Erdöls. Die Bildung der Steinkohlenflötze. Deutschlands Steinkohlengebiete. Die Ablagerung des permischen oder dyadischen Systems. Die Erzführung des Kupferschiefers. Die Steinsalzlager im deutschen Perm. Über die Entstehung der Steinsalzlager überhaupt. Die Glossopterisflora und die permo-carbonische Eiszeit. Etwas von der germanischen und von der alpinen Trias. Das Jurasystem und die Kreideschichten. Einiges über die tertiären Gebilde. Schluß.

Das älteste der fünf großen die paläozoische Ära umfassende System nennt man das cambrische. Seinen Namen hat es von der Landschaft Cambria in Wales, womit die Römer einen Teil dieser Grafschaft bezeichneten, erhalten. Enge schließt das Cambrium mit seiner vorwiegend aus Thonschiefern, Sandsteinen und Grauwacken bestehenden Schichtenreihe sich an die unterlagernden kry-

stallinischen Schiefer, an die Gebilde der archäischen Ära an, und große Ausdehnung besitzt dasselbe in den verschiedensten Erdteilen und Ländern, so besonders in Nordamerika, in Europa und in Ostasien. Die Fauna trägt einen ausgesprochenen Tiefseecharakter an sich, der sich im allgemeinen in sämtlichen cambrischen Gebilden unseres Planeten gleichbleibt, und trotzdem man Ablagerungen kennt, deren Absatz sicherlich in der Nähe des Landes erfolgt sein muß, so sind die Spuren von Seichtwassertieren aus cambrischer Zeit doch sehr selten. Die erste Fauna, die in diesen uralten Sedimenten begraben liegt, ist aber eine schon sehr reichhaltige. Schwämme und ähnliche Gebilde, allerdings Formen von befremdlichem Aussehen, Medusen und Quallen, Brachiopoden und Weichtiere, dann von den Gliedertieren die Trilobiten mit ihren blinden oder nur erst schwach entwickelte Augen besitzenden Formen, ein besonders auf den besagten Tiefseecharakter hinweisenden Umstand, so Paradoxides (Fig. 67 Seite 149) sind schon darunter vertreten. Die Überreste von Wirbeltieren und von einer Süßwasser-, resp. Landflora und Fauna hat man im Cambrium bis dato noch nicht aufgefunden. In Europa treffen wir dieses System im skandinavischen Norden, in den russischen Ostseeprovinzen, in England und Frankreich in größerer Ausdehnung an, während dessen Schichten in Deutschland nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen und auch da, wo dieselben in unserem Heimatlande auftreten, keinerlei oder nur sehr problematische Spuren von Fossilien führen. Nur beim Dorfe Leimitz in der Nähe von Hof zeigt sich in cambrischen Schiefern eine reiche Fauna von Trilobiten.

Von nicht viel größerer Bedeutung als die cambrischen Gebilde sind die silurischen Ablagerungen für das deutsche Land. In Mitteldeutschland, so im Thüringerwald, im Frankenwald und im Fichtelgebirge kennt man im Anschluß an die schon erwähnten fossilienleeren cambrischen Schichten solche silurischen Alters. Dagegen ist in Rußland, in Böhmen und in England die silurische Formation gewaltig entwickelt, wie denn auch ihre Bezeichnung von Siluria, einem Namen stammt, welchen ebenfalls die Römer einem anderen Landstrich von Wales gegeben haben. Große Mächtigkeit und Ausbreitung haben die silurischen Bildungen in der neuen Welt aufzuweisen, die sehr reich sind an edlen Erzen, so z. B. das an 126 deutsche Quadratmeilen einnehmende Areal im Osten von Jowa, im südlichen Wisconsin und im nordwestlichen Illinois, welches als Bleiglanzregion des oberen Mississippi bezeichnet wird und eine unerschöpfliche Menge von Blei-, Zink-, Kupfer- und anderen nutzbaren Mineralien in sich birgt. Im amerikanischen Silur, und zwar in der Cincinnati-Gruppe genannten Abteilung treffen wir die allerersten Landpflanzen an (Seite 117), wie denn der Gesamtcharakter der silurischen Flora und Fauna ein wesentlich anderer, höher entwickelter und fortgeschrittener ist, gegenüber demjenigen der cambrischen Pflanzen und Tiere. Im Silur sind auch die ersten Spuren von Insekten und von Skorpionen vorhanden, die Kopffüßer und Trilobiten beherrschen noch die Meere, und in den obersten Regionen des Systems stellen sich die ältesten Überreste von Wirbeltieren, von Selachiern, einer Gruppe der Fische mit nur unvollkommen verknöcherter Wirbelsäule ein. Arm an Formen war die

silurische Fauna sicherlich nicht, wenn man bedenkt, daß man zur Stunde allein schon an 10000 Arten silurischer Tiere kennen gelernt hat.

In Cornwall und in Devonshire hatten die beiden englischen Forscher Murchison und Sedgwick zuerst eine Schichtenreihe erkannt, welche jünger als die cambrischen und silurischen Ablagerungen ist, und hatten derselben nach dem Gebiet ihrer hauptsächlichen Entwickelung den Namen devonische Formation gegeben. Zweierlei Ausbildungsweise zeigt das devonische System in England, nämlich einmal, und zwar in Devonshire und den angrenzenden Grafschaften eine mit derjenigen der devonischen Ablagerungen auf dem europäischen Kontinente, die wir im folgenden noch besprechen werden, durchaus identische, sodann aber im südlichen Wales, in Herfordshire, in Schottland und auf den Orkneys eine andere, aus glimmerreichen Sandsteinen und Mergeln, dem Old-red-sandstone bestehende. Derartige gleichalterige, aber unter verschiedenen Umständen erfolgte Gesteinsablagerungen bezeichnet man in der geologischen Wissenschaft gemeiniglich als Faciesbildungen, und so nennen wir denn die soeben erwähnten Sandstein- und Mergelschichten des Devon seine Old-red-sandstone-Facies. Dieser fehlen die in der gewöhnlichen Ausbildung des devonischen Systems vorkommenden Fossilien, dagegen enthält der alte rote Sandstein die Überreste von Landpflanzen, von Gigantostraken (Pterygotus, Fig. 70) und von den Panzerganoiden, die wir schon eingehender besprochen haben (Fig. 74 und 75). Nicht nur auf die besagten Gebiete des britischen Reiches ist die Old-red-sandstone-Facies des Devon beschränkt, auch in den russischen Ostseegebieten,

in Podolien und sogar hoch oben im arktischen Norden, in Grönland und auf Spitzbergen hat man dieselbe in neuerer Zeit aufgefunden. Manche englische Geologen haben die Ansicht vertreten, daß die als Old-red-sandstone entwickelten devonischen Bildungen die Absätze großer Süßwasserseen darstellten, was jedoch schon aus dem Umstand, daß auch marine Tierformen im alten roten Sandstein gefunden worden sind, unhaltbar erscheint.

In der gewöhnlichen marinen Ausbildung hat die Devonformation auch auf dem europäischen Festlande und besonders auch in Deutschland größere Verbreitung, hier in erster Linie im rheinischen Schiefergebirge und in der Eifel, dann im Harz, im Fichtelgebirge und in Thüringen, schließlich in Schlesien in der Umgebung von Glatz. Calceola sandalina (Fig. 43), Stringocephalus Burtini (Fig. 60), Megalodon cucullatus (Fig. 61), Goniatites intumescens (Fig. 66) sind wichtige Leitfossilien für diese Sedimente des deutschen Devon. Dieses ist auch in industrieller Beziehung sehr wichtig, denn bei Caub am Rhein und an verschiedenen Stellen Nassau's werden in den besagten Ablagerungen vorzügliche, über das ganze Deutschland verbreitete Dachschiefer gebrochen, und bei Brilon in Westfalen, bei Weilburg, Dillenburg u. s. f. in Nassau, im Harze bei Clausthal, Elbingerode, Zorge u. s. f. treten im Devon Rot- und Brauneisenerze in Hülle und Fülle auf, und zwar in Zusammenhang mit einem massigen Gestein, dem Diabas und mit dessen Tuffen, den Schalsteinen. An diesen letzteren Felsarten ist das devonische System sehr reich, und während des Absatzes seiner Sedimente müssen gewaltige Diabasausbrüche erfolgt sein. Daß dieses Vor-

kommen von Eisensteinen in den erwähnten Gegenden eine beträchtliche Industrie in's Leben gerufen hat, das braucht wohl hier nicht besonders hervorgehoben zu werden.

Die Ablagerungen, von welchen bisher die Rede war, sind marinen Ursprungs, wenigstens zum größten Teile. Dies ist nun für die Schichtenreihen des carbonischen Systems oder der Steinkohlenformation durchaus nicht mehr in vollem Maße gültig, denn hier haben wir Sumpf-, Süßwasser- und Landbildungen neben echten marinen Sedimenten, und während diese letzteren zu Beginn der Steinkohlenzeit noch das Übergewicht hatten, ändert sich später das Verhältnis zu Gunsten der erstgenannten Absätze. Es müssen in carbonischer Zeit mannigfache Veränderungen in der Oberflächengestaltung unserer Erde vor sich gegangen sein, das Landareal wurde durch Hebungen größerer Gebiete beträchtlich vermehrt, und zwar besonders zu Ende der Steinkohlenperiode, wie das ja aus dem soeben bezüglich der Verteilung mariner und terrestrer Ablagerungen Gesagten hervorgeht. „Auf dem dem Meere abgewonnenen flachen Terrain," sagt Credner, „sammelten sich die atmosphärischen Wasser, deren Ablauf durch zusammenhängende Flußsysteme noch wenig geregelt war, in zahllosen seichten Tümpeln an und verwandelten dasselbe in sumpfige Niederungen, auf welchen eine üppige Flora emporwucherte, weit ausgedehnte Dschungeln bildete und das Material der späteren Kohlenflötze lieferte. Während derselben Zeit nahm jedoch auch der Prozeß der Gesteinsbildung auf dem Meeresgrunde seinen Fortgang." Auf die Flora der Steinkohlenzeit brauchen wir hier wohl nicht mehr eingehender zurückzukommen. Die wesentlichsten

Typen und Vertreter derselben, als die Baumfarne, die Riesenschachtelhalme, die Schuppen- und die Siegelbäume, endlich die Cordaiteen kennen wir schon aus dem 5. Kapitel dieses Bandes, dürfen daher unsere Leser wohl wieder darauf zurückweisen, und was die Fauna betrifft, so ist dieselbe ausgezeichnet durch das fast gänzliche Verschwinden der Trilobiten und durch das Auftreten der ersten vierfüßigen Wirbeltiere, der Stegocephalen oder Schuppenlurche, eines uns gleichfalls nicht mehr unbekannten Typus. Immer mannigfacher und gestaltenreicher entwickelt sich die paläozoische Tierwelt, alte Formen verschwinden, um neuen, höher organisierten Platz zu machen, luftatmende Tiere bevölkerten das von der Steinkohlenflora bestandene Land in Gestalt umherschwirrender Insekten, von Spinnen und Tausendfüßern und von an den Baumstämmen entlang kriechenden Landschnecken. Hochsee- und Flachwasserbildungen können wir in den marinen Absätzen unterscheiden. Mächtige Kalkablagerungen, der sogenannte Kohlenkalk, teilweise, wie in Rußland und im asiatischen Erdteile gänzlich erfüllt von einer spindelförmigen Foraminifere, der Gattung Fusulina (Fig. 41) und eine reichhaltige Fauna führend — als Leitfossilien dienen hier auch verschiedene Productus- und Spirifer-Arten (Fig. 53, 54, 57) — wurden vom Meere ausgeschieden, während mehr sandige und konglomeratartige Gebilde, der Culm, auch nicht fehlen. Dieser letztere Name ist einer englischen Lokalbezeichnung entlehnt und hat sich in der Geologie eingebürgert. Die Steinkohlenformation hat man in zwei Unterabteilungen gegliedert, in eine untere und in eine obere oder produktive Ablagerung, weil in dieser letzteren die größte Anzahl der Kohlen-

schichten zu finden ist. Nur im unteren Carbon kann man die marinen Gebilde in beiden Facies beobachten, im oberen jedoch kam davon nur der Kohlenkalk zur Ausbildung. Die Gesteine, denen das ganze System seinen Namen verdankt, treten sowohl in den oberen, als auch in den unteren Schichten desselben, vorzugsweise aber, wie wir eben betonten, in den ersteren auf. Nur lokal sind dem unteren Carbon Kohlen, meist von minderwertiger Beschaffenheit eingelagert. Diese, dann übrigens in rein terrestrer Entwickelung vorhandene Ablagerung trägt den Namen des Kohlenculm. In der oberen Abteilung dagegen haben die Kohlengesteine, die in einzelnen Schichten, den Kohlenflötzen, auftreten, welche durch Schieferthone und Sandsteine voneinander getrennt werden, also mit diesen letzteren wechsellagern, wie man sagt, allgemeine Verbreitung auf Erden. Die Kohlenflötze sind von sehr verschiedener Beschaffenheit und von sehr wechselnder Mächtigkeit, und letztere schwankt zwischen nur wenigen Centimetern und mehreren Metern. So ist z. B. das Fanny-Flötz der Laurahütte in Oberschlesien an 8,37 Meter stark und das Xaveri-Flötz ebendaselbst an 17 Meter! Die Steinkohlen sind nun die Überreste der Flora jener vergangenen Zeit; die riesigen Schachtelhalme, die Siegel- und die Schuppenbäume, die Cordaiteen, die Baumfarne und was dergleichen noch mehr ist, haben ihre Stämme, Äste, Zweige und Blätter dazu hergeben müssen, genau so, wie die Gewächse der Tertiärzeit ihren Kohlenstoff in der Braunkohle aufgespeichert haben oder die Torfpflanzen der Jetztzeit ihren Gehalt an diesem Element im Torf, nur, daß bei den beiden letztgenannten Substanzen der Verkohlungsprozeß ein noch viel weniger

fortgeschrittener ist, als bei den Steinkohlen und beim Anthracit, oder gar beim Graphit, weil sie auch geologisch um soviel jünger sind.

Worin besteht nun dieser Verkohlungsprozeß? Das wollen wir hier kurz und bündig erläutern. Der in der Luft vorhandene Gehalt an Kohlensäure, etwa 0,035 %, ist zweifellos die Urquelle des gesamten Kohlenstoffes auf unserem Planeten. Wir haben schon früher kennen gelernt, wie die in den Erdboden eindringenden Gewässer geschwängert sind mit allerlei der Luft entnommenen Substanzen, darunter auch mit Kohlensäure. Diese letztere dem Erdreich zugeführte Substanz ziehen die Pflanzen mittelst ihrer Wurzeln an sich und zersetzen dieselbe, besonders mit Hilfe ihrer Blätter. Den Sauerstoff geben sie der Atmosphäre zurück, den Kohlenstoff speichern sie aber in ihren Teilen auf. Während die Tierwelt Kohlensäure an die Luft abgiebt, scheiden die Pflanzen dagegen Sauerstoff aus, sie verhalten sich also gerade entgegengesetzt in Bezug auf die Welt des Lebens. „Die Pflanze," hat Ferdinand von Hochstetter, der berühmte Geologe der österreichischen Novara-Fahrt um die Erde, einmal gesagt, „produziert Leben, das Tier konsumiert dasselbe. Die Pflanze bildet durch Zersetzung von Kohlensäure, Ammoniak, Wasser und durch Aufnahme von Mineralsalzen die zusammengesetzten organischen Stoffe, an welche das Leben gebunden ist; das Tier zerstört dieselben und giebt der Erde die Elemente, aus welchen sie gebildet wurden, wieder zurück in Form von Kohlensäure, Ammoniak und von Mineralsalzen. Die Pflanzen haben für die Schichten der Erde die fossilen Kohlen geliefert, die Tiere in erster Linie

kohlensaueren Kalk; die fossilen Kohlen sind phytogener Natur (d. h. pflanzlicher Entstehung), die meisten Kalksteine der Erdschichten zoogener (d. h. durch Tiere gebildet)." Frei an der Luft liegende abgestorbene Pflanzen verwesen, d. h. sie lösen sich auf in allerhand gasförmige und flüssige Stoffe, und zwar unter Mitwirkung des Sauerstoffs. Ist aber der Luftzutritt beschränkt, sind solche Pflanzenreste von irgendwelcher Ablagerung bedeckt, so kann keine Verwesung erfolgen, und es muß dagegen der Verkohlungsprozeß eintreten, d. h. eine langsam vor sich gehende, weder von Wärme- noch von Lichtentwickelung begleitete Verbrennung, oder eine Art von Gährung. Dabei geht nun ein Teil des Kohlenstoffs mit Sauerstoff eine Verbindung zu Kohlensäure ein, ein anderer Teil nimmt Wasserstoff auf und bildet die Sumpf- oder Grubengase, die beide, wenn sie nicht durch irgendwelche Umstände in der verkohlenden Pflanzenschicht festgehalten werden, als Gase entweichen. In den Steinkohlengruben ist dies die Ursache der schlagenden Wetter mit ihren verhängnisvollen Wirkungen. Ferner tritt Wasser aus der vermodernden Pflanzensubstanz aus. Nun wird bei diesem ganzen Vorgang dieser letzteren mehr Wasserstoff und Sauerstoff entzogen, als Kohlenstoff, und es muß daher eine relative Vermehrung dieses Elements, eine Anreicherung desselben in der Pflanzenschicht stattfinden. Der Sauerstoff und der Wasserstoff werden nun allmählich im Laufe der Zeit mehr und mehr aus der verkohlenden Pflanzensubstanz verschwinden, und diese nimmt infolge dessen immer an Kohlenstoff zu, aber dagegen auch an Volumen ab. Große Wärme, so z. B. solche, welche durch Druck erzeugt wird (Gebirgsbildung), kann

manchmal die Länge der Zeit ersetzen. Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit und Graphit sind nur verschiedene Stadien in der Verkohlung begriffener Pflanzensubstanz. Dies mag die nachstehende Tabelle zeigen.

Kohlengestein	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff, Stickstoff	Alter der Substanz
100 Teile Graphit geben	100	—	—	Archäisch
„ „ Anthracit „	94	3	3	Paläozoisch und zwar vorcarbonisch
„ „ Hartleykohle von Newcastle „	83,43	5,61	5,97	Carbonisch
„ „ fette Steinkohle von Saarbrücken „	81,62	3,30	14,50	Carbonisch
„ „ erdige Braunkohle von Dux „	74,20	5,89	19,80	Tertiär
„ „ eines diluvialen Torfes aus Irland „	60,02	5,88	34,10	Diluvial
„ „ recenter Holzsubstanz „	49,37	6,11	43,90	Recent

(Nach Credner.)

Als Beispiel für die beschleunigte Verkohlung bei zunehmender Wärme seien hier die im Steinkohlenbecken von Mons in Belgien herrschenden Verhältnisse angeführt, woselbst durch die vielfachen mechanischen Einflüsse bei den Bewegungen der Erdkruste in jener Gegend, die sich durch die stark ge-

störte Schichtung deutlich erkennen lassen, zu oberst fette, d. h. kohlenstoffärmere und bitumenreichere Kohlen liegen, während diese letzteren nach unten zu immer magerer und magerer, d. i. kohlenstoffreicher werden. Und das mächtige, fast senkrecht gestellte Kohlenflötz von Creusot in Frankreich ist an seinem Ausgehenden fett, in der Tiefe dagegen geradezu anthracitisch.

Die aus dem Verkohlungsprozeß pflanzlicher Substanzen in den Tiefen der Erde entstehenden Kohlenwasserstoffgase und Kohlensäure sind zuweilen die Veranlassung gewaltiger Gasquellen an der Erdoberfläche, und flüssiger Kohlenwasserstoff, das sogenannte Bergöl bildet, wie J. Roth berichtet, an einigen Punkten, so z. B. in Shropshire förmliche Traufen, gegen welche die Bergleute in den Kohlengruben durch Bretterverschläge geschützt werden müssen. Ob die Entstehung des Erdöls auf die Destillation großer Kohlenlager im Erdinneren zurückgeführt werden muß, wie viele Geologen annehmen und teilweise sogar als Dogma proklamieren, oder ob, wie Ochsenius sagt, die Ansicht von der Entstehung des Petrols aus Kohlen in der Natur zu Grabe getragen worden, und sein Ausspruch: „Kein Petroleum ohne salzige Gesellschaft, bez. Mutterlaugensalze" — was diese letzteren sind, das werden wir noch später sehen — der richtige ist, das läßt sich mit gänzlicher Bestimmtheit noch nicht behaupten. Die Akten darüber sind noch nicht abgeschlossen, jedenfalls aber will es uns scheinen, daß die Meinung des genannten Geologen, die in den Worten gipfelt: „Erdöl ist salzig-mariner, Kohle dagegen terrestrisch-lakustrer Süßwasserbildung und Abstammung; ein gene-

tischer Zusammenhang zwischen beiden ist ausgeschlossen," recht viel für sich hat.

Eine andere Frage ist diejenige nach der Bildung der Steinkohlenlager selbst. Die Steinkohlenflötze stehen, wie wir sahen, in vielfacher Wechsellagerung mit ihren Zwischenmitteln, d. h. mit den dazwischen geschichteten Schieferthonen und Sandsteinen, und um diese Thatsache mit der Ansicht von einer Bildung der Flötze an dem Orte, woselbst ihre Mutterpflanzen, wenn wir diesen Ausdruck gebrauchen dürfen, grünten und wuchsen, in Einklang zu bringen, hat man früher an stetige Hebungen und Senkungen der betreffenden Areale gedacht. Man nahm an, daß bei einer jedesmaligen Senkung die ganze Flora des nun untergetauchten Gebietes vernichtet worden sei, worauf das Meer dann seine Sedimente absetzte, bis eine neue Hebung den betreffenden Ort wieder über Wasser hob, worauf dann eine neue Pflanzendecke entstand, die bis zur nächstfolgenden Senkung andauerte, um hierauf neuem Meeresabsatz Raum zu geben u. s. f. In der Thatsache, daß zuweilen Kalkbänke mit einer ächten marinen Fauna in die Schichten der produktiven Steinkohlenbildungen eingelagert sind, fand man einen Beweis für diese Ansicht. Später ist diese besonders von Logan vertretene Theorie einer stetigen Oszillation der Erdrinde wieder verlassen worden, und man hat an mächtige zusammengeschwemmte Pflanzenmassen gedacht, nach Art und Weise der in gewissen Deltas von großen Strömen, so des Mississippi, sich bildenden Treibholzansammlungen. Nach dieser Annahme sollen also die Steinkohlenflötze im Ozean, besonders aber in großen Süßwasserseen zur Ablagerung gelangt sein.

Gegen diese in Deutschland von Naumann, in Frankreich von Grand'Eury vertretene Hypothese läßt sich vielerlei einwenden, so in erster Linie die große Reinheit der Kohlenflötze und sodann ihre große Gleichförmigkeit und ihre oft gewaltige Ausdehnung. Umfaßt doch das Pittsburger Kohlenflötz in Pennsylvanien ein mehrere tausend Quadratmeilen großes Gebiet! Grand'Eury hat versucht, diese Einwände mit der Behauptung aus der Welt zu schaffen, daß fast das ganze feste Land damals mit Pflanzen bestanden gewesen sei, so daß daher in den flachen Gegenden nur wenig unreines Material, als Schlamm u. s. f. mitgerissen worden wäre. Dem Bergingenieur Fayol, der das französische Steinkohlengebiet von Commentry in Frankreich in den Bereich seiner Untersuchung zog, ist ein weiterer, sehr geistreicher Ausbau der Theorie Grand'Eurys zu verdanken, die jedoch auch in dieser Vervollständigung nicht recht genügt, die Entstehung aller verschiedenen Steinkohlenlager zu erklären. Es mag eben auch hier, wie so oft sonst im Reiche der Natur eine und dieselbe Erscheinung zurückzuführen sein auf voneinander sehr verschiedene Ursachen, und für gewisse Vorkommnisse dürfte Grand'Eury mit seiner Behauptung Recht behalten, wie für andere wiederum die Ansicht Brongniarts, daß die weitaus meisten unserer Steinkohlenflötze nach Art und Weise unserer Torfmoore aus an Ort und Stelle gewachsenen Pflanzenresten entstanden seien, Geltung haben wird. Diese letztere Theorie ist schon sehr alt, hat heute aber wieder viele Anhänger gefunden, darunter den bekannten Geologen Gümbel. „Im ganzen betrachtet," sagt E. Kayser, „wäre die Steinkohle nach Gümbel eine

Inlandsbildung in weiten, flachen Vertiefungen des Festlandes, auch wohl in Niederungen längs der Meeresküste anzusehen. Ungestörte Sumpfvegetation, die sich bei dem überaus fruchtbaren tropischen Klima jener Zeit sehr rasch entwickelte, und Überschwemmungen wechselten miteinander und lieferten so die zahlreichen übereinander liegenden Schichten von Kohle, Sandstein und Schieferthon, welche sich, wo eine langsam andauernde Senkung hinzukam, örtlich bis zur Mächtigkeit von mehreren tausend Metern anhäufen konnten. Gelegentliche, gerade bei Annahme derartiger Senkungen leicht verständliche Einbrüche des Meeres aber führten die Conchylien herbei, welche man zwischen den Kohlenflötzen antrifft."

Das wichtigste Kohlengebiet Europa's ist zur Zeit das englische, das 308,2 Quadratmyriameter einnimmt und im Jahre 1886 157 518 Millionen Tonnen zu 1000 Kilogramm produzierte, auf dem Kontinent aber ist Deutschland die erste Kohlenmacht mit einem Areal von von 45,8 Quadratmyriameter, dessen Ergiebigkeit im Jahre 1885 73 675 Millionen Tonnen betrug. Das deutsche Kohlengebiet zerfällt in eine Anzahl räumlich weit voneinander getrennter Ablagerungen, deren größte das Ruhrbecken mit 2800 Quadratkilometer Flächenraum und 65 abbauwürdigen Kohlenflötzen ist, die zusammen 65,4 Meter mächtig sind. Kleiner ist das Saarbecken mit etwa 385 Quadratkilometer flötzreichen Areals, 82 Flötzen und 77,6 Meter Kohle. Noch geringeren Umfang besitzen die Kohlenbecken von Aachen, und die sächsischen Kohlenfelder von Zwickau und Lugau, größere wiederum das niederschlesische oder Waldenburger Becken und das im Süden und Südosten

teilweise nach Österreich übergreifende Kohlenbecken Oberschlesiens, welches letztere 104 abbauwürdige Flötze und 154,8 Meter Kohlenmächtigkeit auf ungefähr 450 Quadratkilometer Flächenraum aufweist.

Weite Verbreitung besitzen die meist vielfach verworfenen und gefalteten, in dem verschiedensten Sinne gestörten Ablagerungen der Kohlenformation auf Erden, am großartigsten in Nordamerika, dessen von diesen Bildungen eingenommenes Gebiet auf 4973,8 Quadratmyriameter geschätzt wird und sich auf 6 große gesonderte Areale verteilt, dann in Ostasien, in China, wie uns Richthofen berichtet hat, so im Südosten von Shansi, woselbst das Carbon an 634 deutsche Quadratmeilen bedeckt und bis 10 Meter mächtige Flötze zeigt. Auch hoch im Norden, auf Spitzbergen, Nowaja Semlja und auf der Bäreninsel sind Kohlenflötze bekannt geworden.

Auf die karbonischen Bildungen folgt im allgemeinen der als permisches System zusammengefaßte Schichtenkomplex, nach seiner starken Entwickelung im Bereich des russischen Gouvernements Perm so genannt, oder in Deutschland auch als Dyas bezeichnet, weil hier eine scharfe Zweiteilung der erwähnten Gebilde zu beobachten ist. Die Gesteine der unteren Abteilung der dyadischen Sedimente unserer Heimat sind Konglomerate und Sandsteine, meist von rötlicher Farbe, und dieselben bilden das Liegende der oberen, Zechstein genannten und erzführenden Schichten der deutschen Dyas und haben davon den Namen Rotliegendes erhalten. Letzteres enthält manchmal noch Kohlenflötze, so in Rheinbayern und in der Saar-Nahegegend, besonders in der Nähe von Cusel

und von Lebach, während der Zechstein seines an Kupfererzen und auch an Silber reichen schwarzen und bitumenhaltigen Mergelschiefers, des Kupferschiefers wegen schon frühzeitig in Deutschland berühmt und genauer untersucht worden ist. In der Grafschaft Mansfeld am Südrande des Harzes hat man die besagte Schieferschicht schon vor Jahrhunderten abgebaut, und die in diesem Gestein begrabenen, meist in Buntkupfererz und anderen Kupfermineralien umgewandelten fossilen Fische, in erster Linie Palaeoniscus Freieslebeni und Platysomus gibbosus (Fig. 77—78) sind bereits dem alten Agricola (Seite 86) aufgefallen. Hier ist die Wiege der Geologie; an den Zechsteinbildungen des Mansfeldischen haben der ebengenannte Gelehrte, dann Füchsel, Milius, Lehmann und noch andere mehr die ersten genauen Beobachtungen bezüglich der Aufeinanderfolge der Schichten angestellt. Auf vaterländischem Boden wurzeln die Anfänge unserer Wissenschaft, und mit Stolz können wir behaupten, daß dieselbe eine ächt deutsche ist. Zu Luthers Zeiten, dessen Vater ein Kupferschieferbergmann zu Eisleben war, blühte schon der Bergbau in der Grafschaft Mansfeld, und auch bis heute noch war derselbe in vollem Flor. Im Jahre 1889 haben an 17 000 Arbeiter ihr Brot dabei gefunden und aus den im Kupferschiefer fein verteilten Kupfer- und Silbererzen 15 329 900 Kilogramm Kupfer und 86 714,5 Kilogramm Feinsilber gewonnen. Der Abbau des Kupferschiefers ist mit manchen Schwierigkeiten verbunden, denn die erzführende Schicht ist meist nur sehr wenig mächtig, und die Querschächte, woraus der Bergmann das erzführende Gestein hervorgeholt, sind nur von sehr geringer Höhe, allein schon aus haushälterischen Gründen.

Daher müssen die gewandten Häuer, die das Erz fördernden Bergleute, auf der Seite liegend und meist fast ganz unbekleidet den harten Schiefer gewinnen, denn die Hitze ist dort sehr groß. Solche Bergleute nennt man Krummhälse. Das Silber, das sie der Mutter Erde in schwerer Arbeit abringen, wird meist vermünzt, und die daraus geprägten Thalerstücke trugen früher die Umschrift: Segen des Mansfelder Bergbaues. Das die Kupferschieferschicht deckende Gestein ist kalkig und wird Zechstein von den Bergleuten genannt, weil die Zechen, d. h. die Grubengebäude darauf gebaut sind. Diese Bezeichnung ist später auf die ganze Schichtengruppe übertragen worden.

Nicht nur an Erzen, auch an Steinsalz reich ist die deutsche Dyas. Ein großer Teil Norddeutschlands birgt gewaltige Schätze dieses Minerals in seinem Untergrunde, ein ungeheueres Steinsalzlager, das in einen Meerbusen des permischen Meeres abgesetzt wurde, welcher nach Ochsenius sich vom Teutoburger Wald über das Weserbergland und den nordöstlichen Harzrand nach Sachsen hinein erstreckte, sich längs den heutigen Sudeten, den Höhen von Sandomir und der polnischen Hügelkette hinzog über die Narewquellen dem frischen Haff zu, dann über den preußischen, polnischen und mecklenburgischen Landrücken hinweg die holsteinischen und schleswigschen Höhenzüge erreichte und ungefähr bei Helgoland wieder mit dem offenen Meer in Verbindung gestanden hat. Diese Umrisse fassen das ganze Terrain Norddeutschlands ein mit seinen Salzreichtümern von Inowraclaw über Sperenberg bis an das linke Weserufer und von Halle über Lüneburg bis nach Segeberg in Holstein. Bei Staßfurt besitzt das in diesem Meer-

busen einst niedergeschlagene Steinsalzlager an 900 Meter Mächtigkeit und bei der soeben genannten Örtlichkeit Segeberg noch eine solche von etwa 140 Meter. Es wird meine Leser sicherlich interessieren, auch einmal zu erfahren, auf welche Weise denn überhaupt ein Steinsalzlager im Meere sich bilden kann, und darum mag es angebracht sein, dieses Thema in seinen Grundzügen hier in Kürze zu behandeln.

Über die Zusammensetzung des Meerwassers haben wir schon im ersten Bande (Seite 274—275) Näheres gesagt, wir setzen also hier voraus, daß unserem Leser noch erinnerlich ist, wie die Menge der im Ozean gelösten Substanzen in Prozenten etwa 89,45 Teile Chloride, 10,34 Teile Sulfate und 0,21 Teile sonstige Stoffe, als Carbonate u. s. f. beträgt. Nun ist es durch die Erfahrung und durch zahlreiche Beobachtungen festgestellt, daß die Steinsalzlager unserer Erde in mehr oder weniger abgeschlossenen Meeresbuchten zum Absatz kamen, in Golfen, denen sowohl vom Lande her nur wenig Wasser zufloß, als auch nach dem offenen Meere zu eine mehr oder weniger abschließende Sand- oder aus festem Gesteinsmaterial bestehende Bank, eine Barre, vorgelagert gewesen ist. Infolge dieses größeren oder geringeren Abschlusses gegen die offene See zu mußte eine allmähliche Verdunstung des Meerwassers im Golfe vor sich gehen, so daß die in ersterem enthaltenen Salze in der Reihenfolge ihrer Löslichkeit zum Niederschlag gelangten. Wenn nun das Wasser eines derartig abgeschlossenen und in Verdunstung begriffenen Meeresteiles schwefelsaueren Kalk enthielt, so mußte dieser vor dem Steinsalz ausfallen, weil er schwerer löslich ist, als dieses letztere, und dann erst konnte das Steinsalz selbst zum Absatz kommen.

Auf diesen Umstand ist es zurückzuführen, daß das Liegende der Steinsalzlagerstätten meist von Gyps und von Anhydrit gebildet wird. Wenn, wie das gar oft der Fall war, der Verdunstungsprozeß nach dem Absatz des Steinsalzes aufhörte, wenn aus irgendwelchen, hier nicht näher zu erörternden Gründen, als z. B. Einbruch der Barre oder Hebung und Senkung, dem Meeresbecken neue Zufuhr von Seewasser zugeleitet wurde, und dann später ein nochmaliger Abschluß des Golfes stattfand, so wiederholte sich derselbe Vorgang aufs neue. So ist es denn erklärlich, wenn wir an vielen Steinsalzlagern, so eben auch am Staßfurter, das Auftreten von zwischengefügten Schichten von Gyps oder von Anhydrit beobachten können. Es hängt von der Tiefe des Meerwassers ab und beruht also auf größerem oder geringerem Druck, ob das Kalksulfat in wasserhaltiger Form, als Gyps, oder in wasserfreier, als Anhydrit niedergeschlagen wird. Um letzteres geschehen zu lassen, ist ein etwa 10 Atmosphären großer Druck nötig, den wir in etwa 107 Meter Meerestiefe finden würden. Neben dem Kalksulfat und dem Chlornatrium oder Steinsalz sind in den Gewässern des Meeres aber noch eine Reihe weiterer Sulfate und Chloride von noch größerer Löslichkeit vorhanden, die also noch nicht zum Absatz kommen, wenn das Steinsalz ausfällt, sondern noch gelöst im Wasser verharren. Dies sind besonders Chlormagnesium, Chlorkalium und Chlorcalcium, dann die Sulfate des Kalium, Natrium und Magnesium, Verbindungen, welche bei dauernder Verdunstung des Wassers allmählich zur Konzentration gelangen und unter stetiger Ausscheidung des Gehaltes an Steinsalz eine Mutterlauge bilden, die

endlich, wenn sämtliches Wasser verdunstet sein wird, das neugebildete Steinsalzlager bedecken werden. Es sind die sogenannten, für die Technik und die Landwirtschaft höchst wertvollen Abraumsalze, der Sylvin, der Carnallit, der Bischoffit u. s. f., so genannt, weil sie im Abraum der Steinsalzlagerstätten liegen und früher als gänzlich wertloses Material unbeachtet blieben, bis man endlich ihre hohe Bedeutung erkannt hat. Aber nur an solchen Stellen, woselbst eine dichte und wasserundurchlässige Thonschicht die Abraumsalze vor dem zerstörenden und auflösenden Einfluß der im Felsgerüst der Erde cirkulierenden Gewässer schützte, blieben sie erhalten, wie bei Staßfurt, und diese Fälle sind leider selten.

Weite Verbreitung besitzt die permische Schichtengruppe auf Erden. In Rußland tritt sie besonders mächtig auf im Gouvernement Perm, hier zum Teil als Sandsteinbildung, die mit Kupfererzen imprägniert ist, als Kupfersandstein, und läßt sich bis zum Ural hin verfolgen, dann in Frankreich und England, in den Alpen, woselbst der Verrucano, ein grobes, rötlich gefärbtes Konglomerat hierzu gehört, im Westen der Union, auf Spitzbergen u. s. f. Charakteristisch für das Ende der paläozoischen Ära sind die gewaltigen Eruptionen porphyrartiger und melaphyrartiger Gesteine, die sich in großen Decken ausgebreitet haben und zweifellos die Urgesteine für die Ausbildung der Konglomerate des Rotliegenden gewesen sind. An die gewaltige Decke dieser Porphyre in Südtirol, in der Umgebung von Botzen, deren schon früher gedacht worden ist, wollen wir unsere Leser hier gelegentlich erinnern.

Da, wo heute der Indische Ozean flutet, war zur Carbonzeit ein Kontinent, wie zweifelsohne aus der gleichartigen petrographischen Ausbildung der aus jenen Tagen datierenden Sedimente in der Umgebung dieses Meeres, in Indien, Südaustralien und Südafrika hervorgeht. Diese Ablagerungen sind mächtige kohlenführende Schichten mit den Überresten einer besonderen, einen schon mesozoischen Charakter besitzenden und sich sehr von der übrigen Kohlenflora unterscheidenden Pflanzenwelt. In Afrika und in Australien fängt der ganze Gesteinskomplex mit Lepidodendron und Sigillaria führenden Sedimenten, den sogenannten Lepidodendronschichten an, die in Indien jedoch fehlen, dann aber folgt überall eine Reihe flötzreicher Ablagerungen mit der erwähnten eigentümlichen Vegetation, als besonders einem Farntypus, der Gattung Glossopteris (Fig. 158), dann auch mesozoischen Nadelhölzern, wie Voltzia u. s. f. Es sind an ihrer Basis konglomeratartige Bildungen, die aus durch ein feinsandiges oder thoniges Bindemittel zusammengefügten, regellos durcheinander liegenden Blöcken und Geschieben mit Schrammen und Ritzen bestehen, wie man sie ähnlich in den Moränen recenter Gletscher oder in den Bildungen ehemals vereist gewesener Gebiete beobachten kann. Diese Dwyka-Konglomerate des Kaplandes, Talchir-Schichten Indiens und Bacchus-Marsh-Sedimente Südaustraliens sollen moränengleiche Gebilde einer Eiszeit sein, welche in jenen


Fig. 158. Glossopteris indica, Blfd. Aus dem Permo-Carbon Indiens.

fernen Tagen die südliche Halbkugel heimgesucht hat. Als ein Beweis für diese Ansicht dient der Umstand, daß man in Südafrika die Unterlage der konglomeratartigen Dwyka-Schichten geglättet und geschrammt gefunden hat, wie die Felsunterlage heutiger Eisströme oder des nord-europäischen Diluviums. Wir wollen aber nicht verhehlen, daß diese permo-carbonische Vereisung noch mancherlei Hypothetisches hat und von manchen Geologen in das Reich der Mythe verwiesen worden ist. Auf diese eventuell glacialen Ablagerungen folgen dann diejenigen mit der Glossopteris-Flora. Man hat nun noch weiter die Meinung geäußert, es sei das kalte Klima auf der damaligen südlichen Hemisphäre gewesen, das der Steinkohlenflora den Untergang bereitet und den genannten Typen von mesozoischem Charakter die weitere Ausbreitung ermöglicht hätte, und derselbe Umstand soll auch am Niedergang der marinen paläozoischen Tierwelt die Hauptschuld mit tragen. Toula betont, daß wohl alle Versuche, die permo-carbone Eiszeit nach unseren heutigen Verhältnissen zu erklären, mehr oder minder scheitern. „Auf jeden Fall aber," so fährt er fort, „liegt in der Anerkennung der nun schon vor einem Menschenalter zuerst bekannten Thatsachen der so abweichenden carbonen Glossopteris-Flora und des Voraneilens der Flora gegenüber der Tierbevölkerung der Meere ein großer Fortschritt unserer Erkenntnis. Während diese ganz und gar die Charakterzüge der jungpaläozoischen-Zeit an sich trägt, weist die Pflanzenwelt des Festlandes Formen auf, wie wir sie in Europa erst in der Trias und selbst noch im Jura begegnen. Während in Europa typische Steinkohlenpflanzen noch fort und fort, und zwar in üppigster Ent-

faltung andauern, um erst während des permischen Zeitalters eine durchgreifende Umprägung zu erfahren, hat sich ein ähnlicher Umwandlungsprozeß in Australien und vielleicht auch in Indien und Südafrika schon während der Steinkohlenformation selbst vollzogen."

Mit der Trias beginnt die mesozoische Zeit. Unsere deutschen diesem System angehörige Schichten, die germanische Trias, zerfallen in eine mächtige Sandsteinablagerung zu unterst, ihrer bunten Farbe wegen der Buntsandstein genannt, ein für Deutschland höchst wichtiges Gebilde, aus deren Gesteinen zahlreiche unserer herrlichsten Bauwerke, so das Heidelberger Schloß, die Münster von Freiburg in Baden und von Straßburg im Elsaß gefügt sind, dann in sandige und mergelige, zuweilen schlechte Kohlen, die Lettenkohlen, führende Ablagerungen, den Keuper zu oberst, und schließlich in eine rein kalkige und fossilienreiche Abteilung zwischen den beiden genannten, in den Muschelkalk. Wir können vier getrennte Triasgebiete in Deutschland unterscheiden, so das norddeutsche mit der Insel Helgoland, das fränkisch-schwäbische, das elsaß-lothringische und das oberschlesische. Die weitaus allermeisten Triasbildungen der Erde sind aber in ganz anderer Entwickelung vorhanden, als diejenigen Deutschlands, die teils eine Uferbildung darstellen, teils in einem Binnenmeer sedimentierte Ablagerungen. Die eigentlichen Hochseegebilde jener Zeit, die allgemeine Verbreitung besitzen, kennen wir in der Ausbildung der alpinen Trias, so genannt, weil dieselben zuerst in den Alpen richtig erkannt worden sind. Hier treffen wir auch auf gewaltige Korallenriffe des Triasmeeres; es sind die bizarren und

wildzerrissenen Dolomitgebirge Südtirols, deren Entstehung auf die Thätigkeit solcher Geschöpfe zurückzuführen ist, wie die glänzenden Untersuchungen Richthofens und des Oberbergrat von Mojsisovics klar dargethan haben (Fig. 159). Auch der Reichtum an nutzbaren Mineralien in der Alpentrias sei hier gebührend hervorgehoben, so die großartigen im Schooß des Salzkammergutes begrabenen Steinsalzschätze, die auch der süddeutschen germanischen Trias nicht fehlen, dann die Quecksilbererze von Idria, das Eisen von Werfen, die Bleivorkommnisse von Bleiberg in Kärnthen u. s. f.

Dann folgt das jurassische System mit seinen fast allenthalben auf der weiten Erde entwickelten Schichten, mit seinen Cycadeenwäldern, seinen Korallenriffen, seinen Ammoniten und Belemniten und seinen gewaltigen Sauriern und Riesenvierfüßlern des Festlandes, die Formation, mit der unsere deutschen Geologen sich stets mit besonderer Vorliebe beschäftigt haben, und die zu den bestgekannten Sedimentärgebilden zählt. In ihrer obersten Abteilung, im Malm oder weißen Jura hat man jene seltsamen Geschöpfe entdeckt, den Pterodactylus und seinen Vetter, den Ramphorhynchus, sowie den Urvogel, die seltene Archäopteryx, und zwar in Schichten, die auch in industrieller Beziehung von größter Wichtigkeit sind, dank dem Erfindergeiste Senefelders, denn dieselben enthalten die Lithographiersteine, welche man sonst in keinen anderen Ablagerungen mehr besitzt, als gerade hier. Das für die Jurabildungen charakteristische Erz ist das Eisen. Englands Jura produziert das Clevelandeisen, in Norddeutschland gewinnt man oolithisches Eisenerz und Rot-

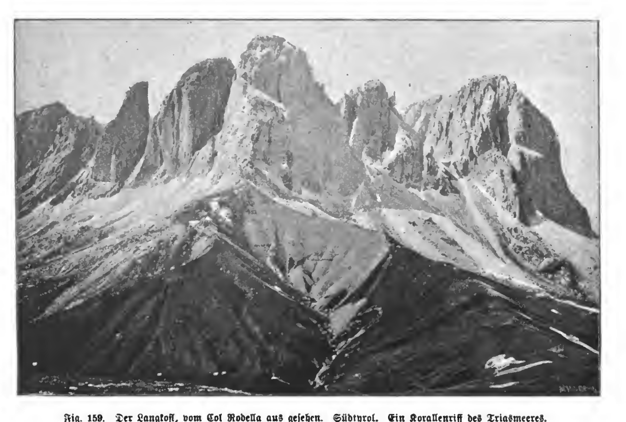


Fig. 159. Der Langkofl, vom Col Rodella aus gesehen. Südtyrol. Ein Korallenriff des Triasmeeres. Nach einer Photographie von Spinnhirn und Würthle in Salzburg.

eisenstein, und die blühende Eisenindustrie gewisser Gegenden Lothringens und Luxemburgs, sowie des württemberger Landes ist auf das Vorkommen dieses Metalls in den dortigen Juraschichten zurückzuführen. Während der jurassischen Periode erhält auf unserer Hemisphäre das Meer das Übergewicht über das Festland, dann aber, gegen den Schluß der Jurazeit gewinnt dieses wieder etwas vom verlorenen Boden, Brack- und Süßwasserbildungen treten auf und vermitteln in unseren Breiten den Übergang zu den Schichten der unteren Kreide, die wir hier sowohl in dieser letztgenannten, als auch in mariner Facies kennen. In den Elbgegenden, in Sachsen und dem nördlichen Böhmen erscheinen mächtige Sandsteinablagerungen, die Quadersandsteine, ein herrliches Baumaterial, und nur im Norden Deutschlands finden wir das weiße zerreibliche, aus Milliarden von Foraminiferenschälchen aufgebaute Kalkgestein, die weiße Schreibkreide, dem das ganze System seinen Namen zu verdanken hat, und das in England und Frankreich, wie auch in Jütland, Seeland u. s. f. sehr verbreitet ist. In den südlichen Kreidemeeren trieben die Rudisten ihr Wesen (siehe hier Seite 72), dort ist die Rudistenkreide zu großartiger Entfaltung gelangt. Arm an nutzbaren Mineralien ist die Kreideformation in unserer Heimat, und auch da, wo dieselbe sonst auf dem Erdenrund abgelagert wurde, weist sie keinerlei große Schätze an solchen auf. Reicher dagegen sind in dieser Beziehung die tertiären Gebilde, die beispielsweise in Galizien die berühmten Steinsalzlager von Wieliczka, in Sizilien reiche Schwefelminen umschließen und in Ungarn und in Nordamerika goldführend sind.

Und ganz gewaltig hat sich während der Tertiärzeit die eruptive Thätigkeit des Erdinneren bemerkbar gemacht, die während der Kreideperiode in unseren Gegenden und auch sonstwo fast gänzlich eingeschlummert war. Die Vulkane Süddeutschlands, die Kegel des Hegaues und des Kaiserstuhls, der Rhön und des Westerwaldes, die Feuerberge der Eifel und des Siebengebirges entstiegen dazumal dem Schooße unseres Planeten. In der Auvergne, im spanischen Lande, in Italien, kurzum fast allenthalben auf dem Erdenrund wurden die unterirdischen Gewalten von neuem entfesselt und brachen sich Bahn.

Während die älteste der vier Abteilungen des Tertiärs, das Eocän, der „Anfang des Neuen" zu deutsch, auf deutschem Grund und Boden nur zu sehr geringer Entwickelung gelangte, desto mehr aber in Frankreich im Becken von Paris und in England, so bei London, kennen wir das Oligocän, das „etwas mehr Neue", in unserem Vaterlande sowohl als marin, als auch in der Gestalt einer Süßwasser- und Landbildung. Zu ersterer Bildung gehört die Bernsteinablagerung im ostpreußischen Samlande, sowie Deutschlands verbreitetstes Tertiärgebilde überhaupt, der mitteloligocäne Rupelthon, nach seinem typischen Vorkommen bei Rupelmonde in Belgien so genannt, den man weit im Osten bei Bromberg, dann westlich von der Elbe, hoch im Norden auf der cimbrischen Halbinsel und im Süden, im Elsaß kennt. Überall fast in Deutschland, woselbst Tertiär aufgefunden wurde, fehlt auch nicht diese mächtige, meist in tiefer See abgelagerte Thonschicht. Die Braunkohlen Sachsens, der Mark Brandenburg und des Niederrheins mit ihren reichen, vorzugsweise aus dem Holz

der tertiären Coniferen gebildeten Flötzen gehören den Landablagerungen der oligocänen Zeit an, gegen deren Sedimente diejenigen des Miocäns schon ziemlich an Ausbreitung in Deutschland zurückstehen müssen, wenn dieselben auch noch im schwäbischen Süden, in der Umgebung von Mainz, dann im Norden, in Schleswig-Holstein, Mecklenburg, Pommern und der Mark, hier zuweilen noch mit Braunkohlenflötzen, vorkommen. Die jüngste Tertiärabteilung aber, das Pliocän, fehlt wohl vollständig in Deutschland. Überall auf unserem Planeten, im Norden, wie im Süden, im Osten, wie im Westen sind Bildungen des Tertiärs bekannt, nach deren Absatz ein gewaltiger Schüttelfrost neben anderen Arealen der Erde auch unsere nördliche Halbkugel heimgesucht und die diluviale Eiszeit verursacht hat, welche die Tertiärperiode von der Jetztzeit trennt. Der Betrachtung dieser Erscheinung sind der letzte Abschnitt und das letzte Kapitel unseres Buches gewidmet.

---

3. Abschnitt

Von der diluvialen Eiszeit in Nordeuropa und vom diluvialen Menschen

Neuntes Kapitel

Von der diluvialen Eiszeit in Nordeuropa und vom diluvialen Menschen

Das Klima in Nordeuropa und besonders in Norddeutschland während der Tertiärzeit. Hereinbruch der Eiszeit. Etwas über die vermutlichen Ursachen derselben. Die Verbreitung der diluvialen Eiszeit auf unserem Planeten. Geschichtliches. Agassiz, der Begründer der Lehre von der diluvialen Eiszeit; Venetz' und Charpentiers, Rendus und Schimpers Anteile daran. Die Drifttheorie. Die Ansichten von Agassiz über die Art und Weise der Vereisung im alpinen Gebiet und in Nordeuropa. Die Torellsche Inlandeistheorie und deren Entwickelung. Das Inlandeis im europäischen Norden. Die diluvialen Ablagerungen. Blocklehm oder Geschiebemergel und erratische oder Findlingsblöcke. Etwas über die Geschiebe und ihre Verbreitungsgebiete. Oberer und unterer Geschiebemergel. Interglaciale und präglaciale Gebilde und etwas über deren Flora und Fauna. Zweifache Vereisung. Verschiedene Bewegungsrichtungen des Inlandeises, abgeleitet aus der Geschiebeverteilung und den geschrammten anstehenden Gesteinen. Über die Beweiskraft dieser Umstände für die Theorie Torells. Gletschertöpfe und Lokalmoränen. Endmoränenartige Gebilde im deutschen Norden. Hat das Inlandeis das Geschiebematerial in Skandinavien von seinem Anstehenden losgebrochen, oder war dasselbe schon als Schuttmasse darauf vorhanden? Das skandinavische Festland als Ursprungsort der Mehrzahl der im deutschen

Norden und seiner Grenzländer abgesetzten mesozoischen und känozoischen, besonders der tertiären Sedimentärgebilde. Etwas von der sogenannten Erosionskraft des Inlandeises. Die europäischen Vereisungsgebiete. Vom Löß und von seiner äolischen Entstehung. Die Steppenfauna von Thiede und Westeregeln. Die Dünen und ihre Thätigkeit. Deflation des Windes. Der Mensch ein Zeuge der Eiszeit. Diluviale Menschenreste. Der Ursprung des Menschengeschlechts, nach Hörnes und Franz Unger. Ist der Mensch noch einer Weiterentwickelung fähig? Der Zweck der Schöpfung nach der Ansicht von Alfred Russel Wallace. Schluß.

Mit Schluß der Tertiärzeit ist das Klima auf unserer Hemisphäre immer kälter und kälter geworden, nachdem schon während der tertiären Epoche selbst eine Abnahme der Temperatur wahrzunehmen gewesen ist. Noch im Eocän war der Norden unseres Vaterlandes bis hinauf zum skandinavischen Festlande von einer Vegetation bestanden, die aus den Bernsteinbäumen, daneben aus Thuja, aus Taxodium und anderen cypressenartigen Gewächsen bestand. Diese Flora verlangte ein regnerisches mehr oder weniger feuchtes Klima von großer Milde, wie das schon aus dem Vorkommen vom Zimmetbaume, von Cinnamomum, hervorgeht, dessen Reste in den Ablagerungen der Bernsteinzeit gefunden worden sind. Von langer Dauer sind diese klimatischen Verhältnisse gewesen, denn wir wissen mit ungefährer Sicherheit, daß die Bernsteinbaumwälder viele Jahrhunderte hindurch gegrünt haben.

Auch noch später, während der oligocänen Periode hat dieses Klima etwa in ähnlicher Weise vorgehalten, denn in den Braunkohlengebilden Sachsens und des Harzrandes hat man vier Palmenarten, die Gattungen Sabal, Chamärops, Phönicites und Flabellaria, nachweisen

können, neben einer Reihe anderer dafür sprechender Geschlechter und Arten. Ebenso war es noch zu Anfang der Miocänzeit, aus deren Sedimenten im Samlande man noch Cinnamomum zu Tage gefördert hat. Dann aber, im weiteren Verlaufe der Miocänperiode muß eine allmähliche Erniederung der Temperatur erfolgt sein. Dafür zeugt das immer stärker werdende Anwachsen der Arten mit sommergrünen Blättern in unseren Breiten, als Birken, Ulmen, Weiden und Pappelbäumen, welche denn auch z. B. in der bei Schoßnitz im schlesischen Lande aufgedeckten fossilen Flora über die Gewächse von südlicherem Typus das Übergewicht erhalten, während diese letzteren nach und nach aus dem Norden vertrieben werden und daselbst nur noch ganz ausnahmsweise vorkommen. Bei Sinigaglia in Italien zeigt sich dagegen Cinnamonum noch an der Grenze zwischen den miocänen und den pliocänen Ablagerungen, und im Pliocän Südfrankreichs, in der Nähe von Marseille ist noch eine Palme, Flabellaria, aufgefunden worden. Nach den Darstellungen eines der bedeutendsten Kenner fossiler Pflanzen, des Marquis Gaston de Saporta, ist die Einwanderung der Floren aus den arktischen Regionen erst in das mittlere und dann von da aus in das südliche Europa vom Eocän ab erfolgt, weil die Polargegenden eine allmähliche Abkühlung erlitten haben müssen, die im Laufe der Zeit immer stärker und stärker wurde und sich immer mehr nach Süden hin ausbreitete. Die klimatischen Zonen haben sich eben stetig vom Norden nach dem Süden zu verschoben. Nicht nur aus den pflanzlichen Überresten der Tertiärzeit im europäischen Norden, nein, auch aus den-

jenigen tierischer Natur läßt sich dieser besagte Umstand nachweisen.

Immer kälter und immer rauher wurde auf der nördlichen Hemisphäre das Klima, mächtige Eismassen kamen zur Ausbildung, die stetig anwuchsen und schließlich zur Zeit ihrer größten Ausdehnung einen beträchtlichen Teil der nördlichen Halbkugel bedeckten. Die Eiszeit brach herein. Welches nun die Ursachen dieser gewaltigen Abkühlung gewesen sind, das ist noch sehr unklar, wenn es auch an den allerverschiedensten Erklärungsversuchen dafür nicht gefehlt hat. Aber, wie Hörnes richtig bemerkt, alle bisherigen Hypothesen haben sich bei genauer Betrachtung als unzureichend erwiesen, und eine entsprechende Erklärung wird sich auch voraussichtlich nicht früher geben lassen, bis nachgewiesen sein wird, ob die größere Ausdehnung, welche die Inlandeismassen und die Gletscher in einem vor der Gegenwart gelegenen Zeitabschnitt nachweislich sowohl auf der nördlichen als auch auf der südlichen Halbkugel gezeigt haben, auf beiden Hemisphären gleichzeitig oder abwechselnd eingetreten ist. Sollte letzteres der Fall sein, dann dürfte die Erklärung der Eismassen durch die Excentricität der Erdbahn und den Umlauf der Aphels, der Sonnenferne, und des Perihels, der Sonnennähe, die wahrscheinlichste sein, so wie sie James Croll in seiner Theorie entwickelt hat, nach welcher wechselweise die nördliche und die südliche Halbkugel klimatisch begünstigt wären. Jene Hemisphäre, deren Winter in die Sonnenferne fällt, stünde jeweilig in der Kälteperiode. Die hochgradige Vereisung während dieser letzteren soll besonders durch die Verschiebung der Passatzone und durch die da-

mit zusammenhängende Änderung der Meeresströmungen bedingt worden sein, wobei dann auf der jeweilig kälteren Erdhälfte größere Mengen atmosphärischer Niederschläge die Bildung und Anhäufung großer Eismassen begünstigten. „Aber unsere Erfahrungen," so bemerkt der Grazer Geologe weiter, „reichen heute nicht hin, die Voraussetzungen dieser kosmischen Theorie mit Sicherheit zu prüfen, hingegen läßt es sich leicht nachweisen, daß die Versuche, die Eiszeiterscheinungen lediglich aus geänderten Oberflächenverhältnissen der Erde zu erklären, kaum stichhaltig sind." Und der ausgezeichnete Gletscherforscher Albert Heim in Zürich, dessen Namen wir in diesem Buche gar oftmals schon begegnet sind, spricht am Schlusse seines herrlichen Handbuches der Gletscherkunde die Worte aus: „Bis zur Stunde müssen wir eingestehen, daß wir die tieferen Ursachen der Eiszeit noch nicht kennen, so vielerlei verschiedene Gründe uns denkbar scheinen mögen. Die Lösung auch dieser Frage ist der Zukunft überbunden."

An den verschiedensten Stellen unseres Planeten, im Norden der alten und der neuen Welt, in den Hochgebirgen Asiens und im fernen Süden, in Patagonien, Feuerland und auf den neuseeländischen Inseln hat die Eiszeit ihre mehr oder minder großartigen Spuren hinterlassen. Eine, wenn auch nur allgemeiner gehaltene zusammenfassende Darstellung dieser Verhältnisse würde weit hinausreichen über den Rahmen dieser Skizzen und eine Jahre hindurch andauernde angestrengte Arbeit erfordern. Denn noch liegt hier manches in tiefes Dunkel gehüllt. Der Zweck dieses Kapitels ist es, meine Leser wenigstens mit einem Teil der besagten Erscheinungen, mit denjenigen

bekannt zu machen, welche im europäischen Norden, und in erster Linie auf deutschem Boden wahrgenommen werden können. Aber auch auf diesem im Vergleich zu dem ganzen einstmals vereist gewesenen Areal unseres Erdballs nur wenig umfangreichen Gebiet ist die Forschung in den letzten Jahrzehnten so rastlos thätig gewesen, daß das, was der Verfasser in dieser Beziehung bieten kann, sich mehr auf die allgemeineren Gesichtspunkte beschränken muß, wenn derselbe auch dieses Mal, wie immer in diesem Buche bestrebt sein wird, stets soviel wie angängig den neuesten Standpunkt der Wissenschaft vorzutragen. Vielleicht ist es ihm später einmal vergönnt, dieses Thema, der allerinteressantesten eines in der Entwickelung der Erde in einem nur diesen Zwecken gewidmeten Buche auf allgemein verständliche Weise behandeln zu können. Die Zukunft soll's lehren.

Noch nicht so gar lange ist es her, seit man über die allerletzte der Gegenwart vorangegangene Phase in der Geschichte unseres Planeten, seit man über die diluviale Eiszeit einigermaßen ins klare gekommen ist. Da die Erkenntnis von der wahren Natur der diluvialen Gebilde in erster Linie abhängig war von der Erforschung der Gletscher, so leuchtet ein, daß dieselbe von denjenigen Ländern ausgehen mußte, woselbst solche Eisströme heute noch vorhanden sind. Zwar hatte schon lange ehe der Stein ins Rollen kommen sollte, der Schotte Playfair eine ehemalige gewaltige Ausdehnung der alpinen Gletscher geahnt, der eigentliche Anstoß jedoch ist der Sache durch den Waadtländer Venetz gegeben worden, welcher seine Behauptung, die Gletscher der Walliser Alpen seien ehemals

sehr viel ausgebreiteter gewesen als jetzt, mit solchen Beweisen belegte, daß an deren Wahrheit nicht mehr zu zweifeln war. Und dennoch ist daran gezweifelt und Venetz selbst lächerlich gemacht worden! Aber das Sprichwort, das besagt, daß wer zuletzt lacht, am besten lacht, hat sich auch hier wieder einmal voll und ganz bewährt, und aus den Widersachern seiner Theorie sind Venetz Freunde erstanden. Die Venetzschen Ansichten sind später durch Johann von Charpentier, einen aus alter sächsischer Bergmannsfamilie stammenden deutschen Gelehrten in schweizerischen Diensten in einem bahnbrechenden Werke niedergelegt und durch weitere Untersuchungen des letztgenannten Forschers noch vermehrt worden, während zugleich noch ein anderer, dessen Ruhm die Namen Venetz und Charpentier glänzend überstrahlt, der berühmte Ludwig Agassiz, sich der Sache annahm. Die epochemachenden und in ihrer Zeit einzig dastehenden Beobachtungen, welche der große Waadtländer im Verein mit einer Anzahl jüngerer und teilweise heute noch lebender Gelehrten viele Jahre hindurch auf dem Unteraargletscher angestellt und in seinem für das Studium der Eisgebilde grundlegenden Buche „Untersuchungen über die Gletscher" veröffentlicht hat, sichern ihm allein schon für alle Zeiten einen der ersten Ehrenplätze unter den Naturforschern des 19. Jahrhunderts. Aber Agassiz ist noch weiter gegangen. Nicht nur, daß er das vergletscherte Gebiet der Alpen selbst und deren Vorland in den Bereich seiner Untersuchungen gezogen und damit die Lehre von einer ehemaligen gewaltigen Ausbreitung der alpinen Gletscher mit Charpentier wissenschaftlich begründet hätte, nein, auch den mit ähn-

lichen Ablagerungen wie die vormals vergletscherten Gegenden der Alpen und ihrer Nachbarländer überdeckten Areale Norddeutschlands, Skandinaviens und Schottlands machte er zum Gegenstand seiner Forschungen. Er hat zum allerersten Male die Theorie von einer vergangenen mächtigen Vereisung der nördlichen Erdhalbkugel, von einer diluvialen Eiszeit, aufgestellt und durch die verschiedentlichsten Beweise gestützt. Zu gleicher Zeit mit L. Agassiz war auch noch ein anderer großer Gletscherkenner, der Kanonikus Rendu in Chambéry, ein geborener Savoyarde, thätig am Ausbau der Eiszeittheorie und mit ihm noch eine größere Anzahl von Gelehrten, von welchen wir hier in erster Linie Studer, den berühmten Alpengeologen, und den Botaniker Schimper nennen wollen. Dieser letztgenannte Forscher ging in seinen phantasiereichen Anschauungen allerdings zu weit, indem er die Meinung vertrat, nicht nur ein Teil der nördlichen Halbkugel, sondern unsere ganze Erde sei in der Eiszeit von einer Hülle festgewordenen Wassers umgeben gewesen.

Der Umstand, welcher Venetz auf den Gedanken einer ehemaligen größeren Ausbreitung der Gletscher gebracht hatte, war derjenige, daß er alte Moränen und Gletscherablagerungen in Gebieten der Alpen, welche heutzutage gänzlich eisfrei sind, fand, und beobachten konnte, wie das ganze Vorland des genannten Gebirges davon bedeckt ist. Diese glacialen oder auch diluvialen Gebilde — man bezeichnet dieselben in ihrer Gesamtheit als Diluvialformation — sind zuweilen von großer Mächtigkeit und stellen das Material dar, welches die gewaltigen Gletscher der Eiszeit mit zu Thal gebracht und nach ihrem Abschmelzen an den

Orten ihrer vormaligen Ausbreitung liegen gelassen haben. Es sind also mit einem Worte die Moränen der diluvischen Gletscher. Überschaute man jedoch das von diesen Ablagerungen der Eiszeit eingenommene Gebiet, so konnte man an eine in so großartigem Maßstabe stattgefundene ehemalige Vergletscherung desselben nicht recht glauben und versuchte die Sache nun mit der Annahme zu erklären, daß die Alpen zu Ende der Tertiärzeit von großen Seen bespült worden seien, in welche die Eisströme sich vorgeschoben und dann gekalbt hätten. Die so entstandenen, mit dem Moränenschutt beladenen Eisberge sollen dann von Luft- und Wasserströmungen fortgetragen worden und allmählich zum Abschmelzen gekommen sein. Das ganze von den erwähnten Wasserbecken eingenommene Areal wurde auf solche Weise nach und nach auf seinem Grund und Boden mit dem glacialen Schutt bedeckt, der nach dem Abfluß des Wassers an Ort und Stelle verblieb. Diese Theorie, welche keine geringeren Forscher als Darwin, Charles Lyell und Sartorius von Waltershausen zu Anhängern und Verfechtern gehabt hat, nennt man die Drifttheorie. Da das ganze nördliche Europa in ähnlicher Weise wie das Alpenvorland von diluvialen oder erratischen Ablagerungen bedeckt ist, so kam man naturgemäß zur Überzeugung, daß auch für die nordeuropäischen glacialen Deposita dieselbe Entstehung angenommen werden müsse, wie für die ersteren. Man dachte sich die Verhältnisse während der Diluvialzeit in Nordeuropa derart, daß die Gletscher Skandinaviens sich über dieses Land gänzlich ausgebreitet und daß dann in dem die nordeuropäischen Küsten benetzenden Ozean, welcher das ganze heutzutage von

erratischem Material überlagerte Nordeuropa einnahm, sich genau dieselben Vorgänge abgespielt hätten, wie in den dem Alpengebirge vorgelagerten Seen. Agassiz war anderer Ansicht. Nach seiner Meinung waren die Alpengletscher ehemals wirklich bis an die äußerste Grenze der diluvialen Gebilde vorgedrungen, und gleiches sollte in Nordeuropa für die skandinavischen Eisströme der Fall gewesen sein. Auch dieses letztere war seiner Auffassung gemäß über und über vergletschert gewesen. Schon vor Agassiz hatte ein deutscher Gelehrter, Bernhardi, Professor an der damaligen landwirtschaftlichen Schule zu Dreissigacker bei Meiningen ähnliches geäußert. Das Polareis hatte nach diesem Forscher ehemals mächtigere Ausdehnung gehabt und die erratischen Gebilde aus dem hohen Norden zu uns gebracht. Die Wahrheit der Agassizschen Auffassung der Sache bezüglich der alpinen Eisströme ist denn auch im Laufe der Zeit durch die Untersuchungen einer stattlichen Anzahl von Männern immer mehr und mehr hervorgetreten, und heute zweifelt wohl niemand mehr daran, dank den rastlosen Arbeiten eines Desor, eines Charles Martins, eines Dollfuß-Ausset und noch anderer Forscher mehr. Für seine Erklärung der nordeuropäischen Diluvialbildungen fand der schweizerische Naturforscher aber keine Anhänger, für diese blieb die Lyellsche Trifttheorie bis noch vor wenigen Jahren in voller Geltung, und es ist auch einer neueren Hypothese, der Inlandeistheorie des Schweden Otto Torell, noch nicht gelungen, dieselbe gänzlich aus dem Felde zu schlagen.

Die wissenschaftliche Durchforschung des Nordpolarlandes hat bekanntlich in den letzten Jahrzehnten gewaltige Fortschritte zu verzeichnen gehabt. In den Jahren 1848

bis 1851 machte der dänische Gelehrte Rink die große Insel Grönland zum Gegenstand seiner eingehenden Untersuchungen und brachte die erste genaue Kunde von dem gewaltigen Leichentuch, das jenes Land überspannt hält, vom Inlandeis, nach Europa mit. Wunderbare Dinge wußte Rink davon zu berichten, so daß dadurch noch weitere kühne und mutvolle Männer angeregt wurden, diese ungeheure Vereisung mit eigenen Augen zu schauen. Der schon erwähnte Otto Torell, der Engländer Brown, der berühmte Vegafahrer Nordenskjöld, Whymper, welcher als erster das Matterhorn bezwang und der Norweger Helland zogen nacheinander hinauf in das arktische Land, und das, was sie dort oben gesehen und was sie darüber geschrieben haben, das ist die Ursache dafür gewesen, daß man die Drifttheorie allmählich wieder fallen ließ und zurückkehrte zu dem schon von Agassiz verfochtenen Gedanken von einer ehemaligen allgemeineren Vereisung der nördlichen Halbkugel. Dieser Ansicht hat denn auch Otto Torell in einer Sitzung der deutschen geologischen Gesellschaft im November des Jahres 1875 präciseren Ausdruck mit den Worten gegeben, daß sich seiner Meinung nach eine ehemalige Vereisung Skandinaviens und Finnlands durch eine dem grönländischen Inlandeis analoge Eiskalotte bis über die norddeutsche und nordrussische Tiefebene hinaus erstreckt haben müsse. Damit war die Torellsche Inlandeistheorie ins Leben gerufen. An ihrem ferneren Ausbau ist nicht nur ihr Begründer weiter unermüdlich thätig gewesen, sondern es hat eine große Schar von Geologen rührigen Anteil daran genommen, darunter in erster Linie deutsche Forscher.

In den centralen Teilen des skandinavischen Festlandes bildeten sich große Eismassen, welche sich über die nördliche Hälfte unseres Erdteiles ausbreiteten und dieselbe fast gänzlich umspannt hielten. Während der Zeit seiner größten Ausdehnung soll das Inlandeis einen Flächenraum von nicht weniger denn 6 Millionen Quadratkilometer umfaßt haben. Der Ausgangspunkt der Inlandeiskalotte war also das centrale Schweden und Norwegen; von hier aus floß es in radiärer Bewegung nach Norden und nach Nordosten in die Arktische See, nach Westen über den Atlantischen Ozean, im Südwesten wurde das ganze Areal bis zu den Orkney- und Shetlandsinseln und noch darüber hinaus bedeckt. Ja, die Nordsee soll von den Inlandeismassen teilweise ausgefüllt worden und dadurch diesen letzteren die Möglichkeit gegeben worden sein, bis nach Holland vorzudringen und ihre Spuren selbst im südöstlichen England an der Themsenmündung und in deren Umgebung zu hinterlassen, während, wie schon betont, die ganze nordeuropäische Tiefebene fast gänzlich darunter begraben lag. Wenn wir diese letztere betrachten, so zeigt sich uns, daß sogenanntes anstehendes Gestein, fester Felsboden, der da entstand, wo wir solchen heute beobachten können, nur hie und da aus den Geröll-, Sand-, Schutt- und Grandbildungen hervortaucht, welche als teilweise bis 200 Meter mächtige Decke auf den Sedimenten des Tertiärs oder auf älteren Schichten lagert. Diese diluvialen oder erratischen Ablagerungen sind von sehr verschiedener und vielfach von ganz lokaler Ausbildung, zuweilen untermengt von gekritzten und geschrammten Blöcken von oftmals ganz riesigen Dimensionen, den

Findlingen oder erratischen Blöcken, wie der Volksmund sie genannt hat, weil sie Fremdlinge an ihren jetzigen Lagerungsorten sind. Nach der Torellschen Inlandeistheorie stellte nun der weitaus größte Teil dieser erratischen Gebilde den grundmoränenartigen Absatz der diluvialen Inlandeisbedeckung dar. Inwiefern das erwiesen werden kann, das wollen wir später genauer untersuchen. Diese Grundmoräne, welche der Schwede Bottengrus oder Krosstensgrus, der Däne Rollstensler a, der Franzose Argile glaciaire, der Engländer Boulder-clay und Till, der Deutsche Blocklehm, Geschiebelehm oder auch Geschiebemergel nennt, ist eine lehmartige oder thonige, mehr oder weniger kalkige Bildung, welche aus dem gröberen und feineren Detritus von feldspathaltigen Felsarten, von Kalken und Sandsteinen zusammengefügt wird und sehr oft wie erfüllt erscheint von größeren noch nicht verwitterten Stücken und Blöcken dieser genannten Gesteine, von den schon erwähnten erratischen oder Findlingsblöcken. Auch in der Grundmoräne kann man verschiedentliche Ausbildungsformen, Faciesbildungen, wenn man so will, unterscheiden, denn, wenn auch im großen und ganzen ihre Entwickelungsweise im europäischen Norden ein und dieselbe ist, so wechselt doch ihre Zusammensetzung je nach den verschiedenen Orten ihres Vorkommens, indem sie bald mehr, bald weniger thonhaltig, bald sehr kalkreich oder auch kalkärmer, bald mehr, bald weniger sandiger Natur ist. Gleiches ist der Fall in betreff der größeren oder kleineren Gesteinsfragmente, welche der Geschiebemergel führt, bezüglich der Findlinge oder Geschiebe. Die genauere Durcharbeitung dieser letzteren hat nämlich das Resultat er-



Fig. 160. Diluviallandschaft. Einschnitt am Nordostsee-Kanal bei Grünthal in Schleswig-Holstein.

geben, daß nicht überall an den verschiedensten Stellen der nordeuropäischen Tiefebene dieselben Geschiebe im Geschiebemergel vorhanden sind, sondern daß deren Natur und Charakter je nach den verschiedenen Gebieten ein gänzlich anderer ist. Das gesamte erratische Material ist ja durch Eistransport an die jetzige Stelle seines Vorkommens gelangt, wir müssen also in demselben Vertreter aller derjenigen Felsarten nachweisen können, welche am Ursprungsort der diluvialen Eismassen anstehend gefunden werden. Dies ist denn auch der Fall. Nun zeigt sich aber, daß z. B. im ganzen norddeutschen Gebiete östlich von der Elbe Gesteine als Geschiebe vorherrschen, deren Heimat man im mittleren Teile Schwedens, Gotlands, auf den dänischen Inseln u. s. f. bestimmt feststellen konnte, während das englische Diluvium solche Felsarten mit Vorliebe aufweist, die im südlichen Norwegen anstehen, und in Rußland fast nur in den russichen Ostseeprovinzen und in Finnland heimische Gesteine angetroffen werden. Daraus hat man auf die schon erwähnte radiäre Ausbreitung des Inlandeises geschlossen. Aber man ist dabei noch weiter gegangen. Nicht überall in Deutschland nämlich werden die Ablagerungen der Diluvialzeit allein nur aus einer einzigen mächtig entwickelten Geschiebemergeldecke gebildet, ebenso wenig wie in Dänemark und im südlichen Schweden. Jütland, Schleswig-Holstein, die Mark Brandenburg, Mecklenburg und Preußen zeigen nämlich, wenn auch nicht überall, so doch der Hauptsache nach zwei solche Blocklehmgebilde, die durch andere Schichten, so besonders Sande und Gerölle voneinander getrennt sind. Die untere Blocklehmbildung, bei weitem die mächtigste, sieht man

als die Grundmoräne einer ersten Vereisung an, die zweite viel weniger stark entwickelte als diejenige einer zweiten Inlandeisbedeckung, die neben bedeutend geringerer Mächtigkeit auch noch eine sehr viel beschränktere Verbreitung gehabt hat. Die trennenden Schichten bezeichnet man als zwischeneiszeitliche, als interglaciale Bildungen, welche meist als Sande, Kiese oder Thone auftreten und zuweilen organische Überreste enthalten, sowohl mariner Natur, als auch Süßwasserformen von Tieren und von Pflanzen. Ebenso sind unter dem unteren Geschiebemergel ähnliche Ablagerungen bekannt geworden, welche ebenfalls derartige Tier- und Pflanzenreste beherbergen, die präglacialen Gebilde. Die ältesten Schichten dieser letzteren weisen auf eine verhältnismäßig noch wärmere Temperatur hin, als die jüngeren, welche schon typische arktische Formen umschließen, doch sind gerade hier die Verhältnisse sehr wechselnde und von lokalen Umständen abhängige gewesen, so daß man sich zur Zeit noch kein annähernd richtiges Gesamtbild davon machen kann. In der Umgebung von Belzig und von Uelzen hat Keilhack die Reste einer Flora in solchen präglacialen Schichten gefunden, so Spuren vom Ahorn, von der Linde, Erle, Weide, Kiefer und von anderen unseren Waldbäumen der Gegenwart analogen Formen mehr, woraus man wohl mit Recht schließen darf, daß in Norddeutschland zur Präglacialzeit ungefähr dasselbe Klima vorhanden war, wie heute. Und gleiches hat von demjenigen der Interglacialzeit Geltung. Über die Fauna dieser letzteren orientieren uns u. a. die in sandigen Bildungen jener Epoche bei Rixdorf in der Nähe von Berlin aufgedeckten Reste des Elephas primigenius, des Mammont,

verschiedener Elefanten und Rhinozerosarten, des Riesenhirsches u. s. f. In Schleswig-Holstein befindet sich auf der Höhe des Grimmelsberges bei Tarbeck jene berühmte Austernbank 90 Meter über dem jetzigen Spiegel der Ostsee, von welcher man auch annimmt, daß sie interglacialen Alters sei. Allein die Lagerung derselben ist eine so sehr eigentümliche, daß sich auch zur Zeit wenigstens keine bestimmte Angabe darüber machen läßt. Es muß hier nochmals daran erinnert werden, daß auch die untere Geschiebemergelbildung zuweilen kein zusammenhängendes Ganzes von gleicher Beschaffenheit darstellt, sondern daß auch hier lokal sandige und geröllhaltige, geschichtete Ablagerungen dem seiner Hauptmasse nach ungeschichteten Blocklehm eingelagert sind, woraus man schloß, daß an diesen betreffenden Stellen die Inlandeisbedeckung mehrfach oszilliert hätte, bald vor-, bald zurückgegangen sei, und daß dann entweder das übergreifende Meer, oder die Abschmelzwasser des Inlandeises diese besagten Einlagerungen zu stande gebracht hätten. Ob dem wirklich so war, oder ob sich dergleichen Bildungen nicht besser durch im und unter dem Eise cirkulierende Schmelzwasserströme erklären ließen, das mag dahingestellt sein. Daß übrigens die interglacialen Ablagerungen selbst, wie aus der Natur ihrer bald dem Süß- oder Brackwasser, bald dem Reiche des Meeres angehörigen Einschlüssen erhellt, teilweise sehr verschiedenen Faktoren ihre Entstehung verdanken, das liegt auf der Hand und braucht hier nicht mehr betont zu werden. Aus dem jetzigen Stand unserer Kenntnis über diese Dinge aber weitergehende Schlüsse auf die Oberflächenkonfiguration Norddeutschlands während

der Interglacialperiode machen zu wollen, wie das schon geschehen ist, das erscheint uns als etwas sehr vermessen, denn ehe wir das mit einiger Sicherheit zu thun in der Lage sein werden, muß noch gar Allerlei aufgehellt werden. Aus diesen sämmtlichen Thatsachen geht jedenfalls das mit Bestimmtheit hervor, daß die Vereisung Norddeutschlands und seiner angrenzenden Länder erst eine sehr allgemeine und sehr weit ausgedehnte gewesen ist, und daß sich dann in einer späteren Zeit das Inlandeis weit nach Norden zurückgezogen hat, um in einer noch späteren Periode abermals nach Süden vorzurücken, wenn auch nicht in so umfangreichem Maße, als zuvor.

Um nun nach diesen Abschweifungen von der Frage nach der Bewegungsrichtung des Inlandeises auf diese selbst wieder zurückzukommen, so hat man auf Grund der Verteilung der Geschiebe im unteren und im oberen Geschiebemergel nachweisen zu können geglaubt, daß während das Inlandeis während der ersten Vereisungsperiode sich wesentlich in nordsüdlicher Richtung fortschob, dies während der jüngeren Inlandeisbedeckung nicht der Fall gewesen ist. Hier hat im Gegenteil ein teilweiser Geschiebetransport in ostwestlicher Richtung stattgefunden, das Eis floß also damals auch in diesem Sinne. In manchen Gegenden des südlichen Skandinaviens will man sogar die Beweise für einen nordwestlichen Transport der Geschiebe während der genannten Epoche der Eiszeit gefunden haben, welche auf der eigentümlichen Verbreitung silurischer Gesteine aus den russischen Ostseeprovinzen und gewisser finnischer und von den Alandsinseln stammender Rapakiwi genannter Granite in den besagten Gebieten fußen. Der

während der zweiten Vergletscherung in vornehmlich ostwestlicher Richtung sich fortbewegende Eisstrom wird der jüngere baltische genannt im Gegensatz zum älteren baltischen Eisstrom, welcher zu Beginn der ersten Vereisung sich im gleichen Sinne fortgeschoben haben soll, wie man aus der Verbreitung ähnlicher Geschiebe im unteren Blocklehm des westlichen Norddeutschlands und Hollands folgern will.

Noch aus einem anderen Umstand glaubt man die Stromrichtung des Inlandeises der Diluvialzeit erkennen zu können, und zwar an den Schrammen und Ritzen, welche am anstehenden Gestein sowohl in Skandinavien als im nordeuropäischen Tieflande wahrzunehmen sind, und welche der Hauptsache nach auf dieselben Dinge hindeuten, wie die Geschiebeverteilung im Diluvium selbst, nämlich auf eine nordsüdliche und auf eine ostwestliche Richtung. Bei Rüdersdorf in der Nähe Berlins und bei Velpke und Danndorf in der Umgebung von Magdeburg hat man in beiden Richtungen verlaufende und sich kreuzende Schrammensysteme auf dortigen Felsen beobachtet und die Ansicht ausgesprochen, die nordsüdlich ausgebildeten Schrammen seien der ersten, die ostwestlich dahinziehenden der zweiten Vereisung zuzuschreiben. Wenn dem wirklich so ist, so fragen wir uns, wo ist denn dabei die Grundmoräne der ersten Vereisung geblieben, welche notgedrungenerweise schon forterodiert und weggewaschen gewesen sein mußte, ehe das Inlandeis zum zweitenmale die Muschelkalkfelsen von Rüdersdorf oder die Sandsteinkuppen von Velpke und Danndorf überdeckte? Denn sonst wäre es diesem Agens doch nicht möglich gewesen, seine zweite Bewegungsrichtung darauf einzuritzen. Und sollte eine mit derartig

großen Erosionswirkungen ausgestattete Kraft — wir wollen uns den Kopf darüber, welcher Art dieselbe war, gar nicht erst zerbrechen —, die es vermochte, eine so mächtige Ablagerung, wie der Geschiebemergel der ersten Vereisung sie darstellt, bis auf den letzten Rest fortzunehmen, es nicht fertig gebracht haben, die schwachen Schrammen der ersten Inlandeisbedeckung wieder abzutragen, zumal hier noch der Einfluß der Kälte mit ins Spiel kommen mußte, dessen Tragweite wir schon früher kennen gelernt haben? Noch viel gewichtigere Einwürfe gegen diese Annahme könnte man hier vorbringen und sogar nachweisen, daß diese in direktem Widerspruch stehen zu gewissen für die ganze Inlandeistheorie fundamentalen Lehren, doch mangelt uns hierzu der Raum. An eisfreien Stellen recenter Gletscher beobachtet man zuweilen auch sich kreuzende Schrammenlinien auf dem Felsen, und logischerweise müßten wir dann auch hier zum Schluß berechtigt sein, daß das Eis sich in verschiedener Richtung fortbewegt habe, also etwa statt thalabwärts zu fließen, quer gegen die Thalrichtung geflossen sei u. dgl. mehr, lauter Dinge, deren Unmöglichkeit man auf den ersten Blick schon einsieht. Zu mehr als Folgerungen ganz allgemeiner und, sagen wirs offen heraus, teilweise noch hypothetischer Natur berechtigen uns sämtliche auf anstehendem Felsboden im norddeutschen Flachlande vorhandenen Glacialschrammen nicht, so wenig, wie wir andere Schlüsse, als solche der schon soeben erwähnten Art, aus der Verteilung der Geschiebe ziehen dürfen. In Skandinavien liegt die Sache anders; auch sind die hier vielfach zu beobachtenden Rundhöcker (Bd. I, Seite 303) mit ihren Stoß- und Lee-

seiten schon bessere Kriterien, aber auch nur hier, und ohne Rückwirkungen für das niederdeutsche Flachland! Und was die Geschiebeverteilung betrifft, so wollen wir versuchen, unsere diesbezügliche Meinung an einem Beispiel zu erläutern. Den Fall gesetzt, wir fänden in Schleswig-Holstein ein silurisches Geschiebe, von ganz bestimmtem Aussehen und erfüllt von ganz bestimmten Fossilien, und die einzige Stelle in Nordeuropa, woselbst wir eine ähnlich entwickelte silurische Ablagerung kennten, wäre eben in Livland, so würde man nach der derzeitigen und allgemein gebräuchlichen Auffassung der Dinge daraus folgern, daß unser Geschiebe aus Livland stammen müsse. Das ist aber durchaus irrig, denn wenn wir die besagten Schichten heutzutage nur noch in Livland anstehend beobachten, so ist damit noch lange nicht gesagt, daß eine ähnliche Ausbildung silurischer Sedimente nicht auch anderswo im europäischen Norden noch zu finden war und später durch die allerverschiedensten Umstände zerstört wurde. Wenn man bedenkt, welche energische Verwitterungs- und Erosionsvorgänge in Skandinavien schon in vorcambrischer und in noch späterer Zeit thätig gewesen sind — wir kommen später noch darauf zurück — so hat dieser Gedanke sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich, zumal, wenn wir uns noch weiter vergegenwärtigen wollen, daß, wie wir ebenfalls nachher noch sehen werden, das gesamte in Nordeuropa verteilte erratische Material schon als mächtige Schuttmasse sein Anstehendes bedeckt haben mußte, als das Inlandeis kam, um es fortzuschaffen, und nicht etwa von diesem erst davon losgerissen und erodiert worden ist. Nur ein sehr geringer Bruchteil davon kann durch Erosion von

den Felsen der skandinavischen Länder losgeteilt und fortgebrochen worden sein.

Das in Frage kommende Silurgeschiebe könnte also mindestens ebensogut aus Finnland oder aus Schweden stammen, als aus Livland. Zudem lehrt unsere täglich sich erweiternde Kenntnis der Geschiebe selbst, daß sich darunter vielfach solche finden, deren Anstehendes im Norden überhaupt gänzlich verschwunden ist, eine weitere für unsere Meinung sprechende Thatsache.

Als für die Richtigkeit der Inlandeistheorie sprechende Beweise führt man auch die Riesentöpfe oder Gletschertöpfe genannten Erscheinungen an, die durch die Wirkung von Gletscherbächen hervorgerufen sind, welche unter dem Eise cirkulieren und längere Zeit hindurch einzelne Geschiebe in kreisender Bewegung auf dem felsigen Untergrund des Gletschers erhalten, wodurch dann tiefe kreisrunde Löcher von kessel- oder von schachtähnlicher Gestalt auf diesem letzteren ausgehöhlt werden. Diese Gletschertöpfe kommen an den verschiedensten Orten der vom Diluvium bedeckten Areale vor, können aber auch Stromschnellen oder Wasserfällen ihre Entstehung verdanken. Volle Beweiskraft ist diesen Gebilden daher auch nicht zuzuschreiben, zudem wird von Gegnern der Inlandseistheorie der Zweifel laut, ob auch alle die als Gletschertöpfe gedeuteten Erscheinungen wirklich solche sind. Ferner ist als Argument für die Torellsche Behauptung noch der Umstand ins Feld geführt worden, daß die petrographische Beschaffenheit des Geschiebemergels identisch sei mit derjenigen der Grundmoräne recenter Gletscher. Wer sich aber einmal mit dieser letzteren selbst beschäftigt hat, der

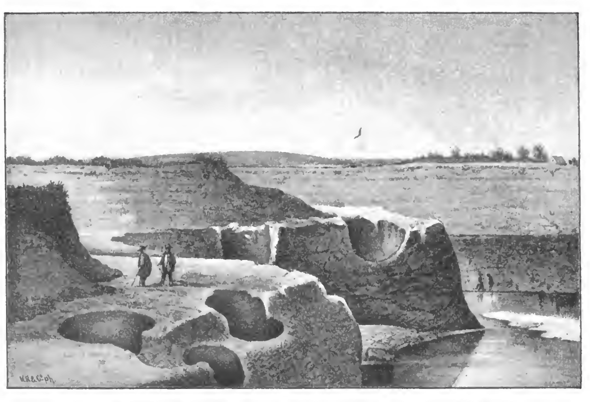


Fig. 161. Riesentöpfe im Fayencemergel von Westerweyhe bei Uelzen, Hannover. Nach Berendt.

weiß, wie wenig eben erst über dieses Gebilde bekannt ist Dazu kommt noch, daß, wenn die Geschiebemergel thatsächlich die Grundmoränen von zwei großen Inlandeisbedeckungen darstellen sollen, dieses Inlandeis seine Grundmoräne als Ganzes mit sich fortgewälzt haben muß, und nach der Meinung kompetenter Gletscherforscher war dies ein Ding der Unmöglichkeit. Der schlagendste Beweis für die Theorie Torells scheint uns noch im Vorkommen der sogenannten Lokalmoränen zu liegen, über deren Wesen wir hier Credner das Wort erteilen wollen. „Auf ihrem Wege," so sagt der Genannte, „ergänzt sich die Grundmoräne stetig durch Aufnahme neuen Gesteinsmateriales aus dem Gletscherboden. Am auffälligsten ist dies z. B. dort, wo das Inlandeis und mit ihm die Grundmoräne das baltische Kreideareal erreichte und überschritt. Von hier aus erscheint der Geschiebelehm gespickt mit bis dahin fehlenden Feuersteinen und Kreidebrocken, beim Überschreiten des Rotliegenden färbt er sich rot, auf dem Porphyrterrain Sachsens füllt er sich mit Porphyrfragmenten, auf dem Muschelkalk und Jura mit versteinerungsführendem triadischen und jurassischen Materiale, ebenso wie er sich Süßwasser- und marine Konchylien dort einverleibt, wo er Wasserbecken oder jüngere lockere Schlamm- und Sandablagerungen überschreitet. Der Geschiebelehm erhält dadurch an solchen Stellen eine von der Zusammensetzung des Untergrundes bedingte Lokalfazies." Wenn auch die Lokalmoränen immerhin noch zu den besten Beweisen gehören dürften, welche man für die präsumierte ehemalige Inlandeisbedeckung anführen kann, so sind auch sie doch noch nicht über alle Zweifel erhaben, jeden-

falls aber vollwichtiger, als die weiter dafür angezogenen großen und moränenartigen Gebilde in Norddeutschland, so z. B. die von Berendt und Wahnschaffe beschriebene südbaltische Endmoräne, welche von der Gegend von Neustrelitz in südöstlicher Richtung über Templin, Joachimsthal, Chorin, Oderberg verläuft und auch schon noch weiterhin verfolgt worden ist. Drift kann ähnliche Erscheinungen herausbilden (Band I, Seite 314—315), ebenso wie durch diesen Faktor Stauchungen des Untergrundes hervorgebracht werden dürften, wie solche im norddeutschen Flachlande durchaus keine Seltenheiten sind und teilweise in hervorragendem Maße an der Oberflächengestaltung des deutschen Nordens teilgenommen haben.

Es ist hier nicht der Ort, uns in einer Kritik über die Berechtigung oder über die Hinfälligkeit der Theorie Otto Torells auszulassen, wir haben nur die Gelegenheit benutzen wollen, um unseren Lesern klar zu machen, daß dieselbe noch lange nicht über alle Bedenken erhaben und so glänzend erwiesen ist, wie es von den Glacialgeologen zuweilen gern behauptet wird. Es ist eine Hypothese, wie jede andere Hypothese, sie hat ihre Wahrscheinlichkeiten und ihre Unwahrscheinlichkeiten aufzuweisen, und es wird noch mancher Tag vergehen, ehe das Dunkel, welches zur Zeit noch über dieser jüngsten Phrase in der Entwickelungsgeschichte unseres Erdballs schwebt, dereinst gänzlich gelüftet sein wird. Auch die Drifttheorie hat noch manche Anhänger, und uns erscheint es als höchst wahrscheinlich, daß der Kern der Sache weder ganz in der einen noch in der anderen der beiden Hypothesen, sondern vielleicht in einer Kombination derselben zu suchen sein

wird. Doch das wollen wir getrost der Zukunft überlassen. Wie sagt doch Goethe: „Hypothesen sind Wiegenlieder, womit der Lehrer seine Schüler einlullt; der denkende, treue Beobachter lernt immer mehr seine Beschränkung kennen, er sieht, je weiter sich das Wissen ausbreitet, desto mehr Probleme kommen zum Vorschein.“

Weiter oben haben wir schon betont, daß wohl der allergrößte Teil des im nordeuropäischen Tieflande zerstreuten diluvialen Materials schon vor dem Hereinbruch der Inlandeismassen auf seinem Anstehenden im Norden als Schutt gelegen haben muß. Das skandinavische Festland besteht mit nur geringen Ausnahmen aus Gesteinen, worin die Kieselsäureverbindungen der Thonerde vorherrschen. Nun sind die klimatischen Verhältnisse dieses Gebietes in den verschiedenen geologischen Epochen derartige gewesen, daß besonders während der Tertiärzeit alle Vorbedingungen für eine in so gewaltigem Umfang vor sich gehende Zersetzung und Verwitterung dieser Felsarten, so wie wir sie heute in tropischen und zum Teil auch in subtropischen Ländern in der Lateritbildung kennen, erfüllt waren. Die Flora der Bernsteinwälder zeigt z. B., daß während der eocänen und wohl auch noch zu Anfang der oligocänen Zeit ein sehr regenreiches Klima im südlichen Skandinavien, oder richtiger gesagt, im ganzen von den Bernsteinbäumen eingenommenen Gebiete geherrscht haben muß. Und eine mächtige Verwitterung hat schon vor der jurassischen Periode in jenem Lande stattgefunden, das wissen wir aus einer Reihe seiner Zeit vom schwedischen Gelehrten Nathorst hervorgehobener, hier nicht weiter zu erörternder Thatsachen. Das soeben erwähnte regenreiche Klima hatte

die Entstehung großer Wasserläufe zur Folge, die in beträchtlichem Maße an der Erosion der lateritischen Bildungen gearbeitet und besonders in der Regenzeit eine großartige Thätigkeit entfaltet haben — wir verweisen hier auf Bd. I, Seite 270; ihre mitgeschwemmten Materialien führten sie dem Meere zu und setzten dieselben dort ab, wie man das ja heute in denjenigen Gegenden, in welchen die Lateritisierung der Gesteine vor sich geht, beobachten kann. Wir müssen wohl annehmen, daß diese Verwitterungsvorgänge so lange angedauert haben, als die hierfür nötigen Vorbedingungen vorhanden gewesen sind, also eine auch in geologischem Sinne geraume Zeit hindurch, derart, daß die Bildung von Laterit immer wieder von neuem erfolgte, und deren Detritus ebenso immer wieder fortgeführt wurde. Wo sind nun diese lateritischen, dem Meere zugeführten Detritusmassen geblieben? Darauf kann ich meinen Lesern Antwort geben. Die mannigfachen Tertiärbildungen Norddeutschlands und seiner angrenzenden Gebiete sind zweifellos daraus entstanden, wieso und warum, das ist leider eine Sache, deren Auseinandersetzung uns hier zu lange aufhalten würde. Aber meine Leser mögen mir aufs Wort glauben: es ist wirklich so, und ich freue mich, ihnen mitteilen zu können, daß es gerade der Autor dieses Buches ist, der den Nachweis hierfür erbracht hat. Überhaupt ist Skandinavien wahrscheinlich das Ursprungsgebiet für die Mehrzahl der in Norddeutschland und seinen Nachbarländern abgesetzten mesozoischen und känozoischen Sedimentärablagerungen gewesen.

Als dann später die klimatischen Verhältnisse andere

geworden sind, und die Temperatur sich immer mehr und mehr abkühlte, konnte die Lateritbildung der Erosion durch die fließenden Gewässer nicht mehr in dem soeben geschilderten Maße standhalten, denn es wurde mehr Detritus fortgeführt, als sich nachbilden konnte. Infolgedessen wurde das skandinavische Festland teilweise wohl von den lateritischen Massen entblößt, während zu gleicher Zeit, entsprechend dem kälter gewordenen Klima die Menge der Regengüsse, also auch die Mächtigkeit der Ströme abnahm, und ein anderer Verwitterungsmodus, derjenige, der sich, wie wir sahen (Bd. I, Seite 233 ff.) in unseren Breiten an den massigen Gesteinen, an den krystallinischen und Thonschiefern u. s. f. vollzieht, zur Entwickelung gekommen ist. Es entstanden mächtige Schuttmassen, Felsenmeere und dergleichen mehr, und es bildete sich somit in Skandinavien eine durch akkumulierende Zersetzung bewirkte große Decke verwitterter Gesteine, die eben, weil die erodierenden und denudierenden Agentien nur in geringem Maße noch thätig sein konnten, liegen blieb, bis das Inlandeis kam und sie wegfegte. Diese Verwitterungsvorgänge sind noch durch die beim Herannahen der Vereisung unausbleiblichen Frostwirkungen unterstützt worden. So hat denn das Inlandeis das Material, das es mit sich fortgeschleppt hat, schon lose oder in aufgelockertem Zustande vorgefunden; es hat nicht erst einer ihm von vielen Forschern untergeschobenen, höchst problematischen gewaltigen Erosionsthätigkeit bedurft, um dieses Material erst von seinen Anstehenden loszubrechen und abzufeilen. Soll doch das Inlandeis nach Ramsay, Tyndall, Albrecht Penck und noch anderen Gelehrten mehr im stande ge-

wesen sein, vermittelst dieser Erosionskraft ganze Seenbecken auszuhobeln! Dieser „Zauber einer tief eingreifenden, Berge abtragenden, ganze Thäler und Seebecken auskolkenden, gewaltigen, dem Inlandeise innewohnenden Erosionskraft“, wie Stapff, der bekannte Geologe der Gotthardteisenbahn einmal in einer Streitschrift gegen den Verfasser dieser Zeilen mit Recht, das möchte ich heute betonen, gesagt hat, steht ohnehin in grellstem Widerspruch mit der Art und Weise, wie man sich das Inlandeis im norddeutschen Flachlande nach dem Verlangen der Torellschen Theorie zu denken hat. Denn wie kann ein und dasselbe Agens im Norden eine derartige gewaltige Erosionskraft besessen und in unseren Breiten dann gänzlich verloren haben, was doch der Fall gewesen sein müßte, wenn es hier seine Grundmoräne in so großer Mächtigkeit gleichförmig, und wir möchten sagen, stapelweise anhäufen konnte, ohne dieselbe immer wieder und wieder zu zerstören und fortzuschaffen, wie letzteres bei den recenten Eisströmen der Fall zu sein scheint?

Auf unserem Erdteil hat nicht nur in dem nordeuropäischen Flachlande, sondern auch in den Alpen während der Diluvialzeit eine größere Ausbreitung von Eismassen stattgefunden, wie wir schon andeuteten, ebenso sind die Spuren selbständiger Vergletscherung in verschiedenen Hoch- und Mittelgebirgen nachzuweisen, so im Kaukasus und in den Pyrenäen, auf dem französischen Centralplateau, in der Tatra, im Riesengebirge, im Harz, im Schwarzwald und in den Vogesen. Alle diese Vereisungsherde erscheinen uns jedoch verschwindend klein im Gegensatz zum Inlandeis Skandinaviens, dessen

Mächtigkeit in den centralen Teilen dieses Land zum mindesten 1700 Meter betragen, nach seiner südlichen Schmelzlinie zu aber allmählich an Dicke abgenommen haben soll.

Ehe wir dieses Thema verlassen, haben wir noch einer Gesteinsart diluvialen Alters zu gedenken, die bezüglich der Art ihrer Bildung von hohem Interesse ist, des Löß, der im Inneren Asiens, so in China, in der Mongolei, in Thibet und in Persien, dann in Mitteleuropa, im Norden und im Süden der neuen Welt ausgedehnte Flächenräume bedeckt. Besonders mächtig wird dieses feinpulverige, gelbliche, kalkhaltige (bis 30%) und schichtungslose, von zahllosen senkrechten Röhrchen durchzogene und eine große Neigung zu senkrechter Zerklüftung besitzende Gebilde in China, woselbst es über 700 Meter Mächtigkeit erreicht und bis auf etwa 1800 Meter Meereshöhe aufsteigt. Der Löß entsteht durch die Wirkung der Luftströmungen, durch äolische Bildung, und zwar folgendermaßen nach den Mitteilungen des berühmten Reisenden Professor Ferdinand von Richthofen in Berlin, der uns China in wissenschaftlicher Hinsicht zuerst erschlossen hat: Alle der Luft ausgesetzten Gesteine verwittern und ihre Verwitterungsprodukte werden entweder an Ort und Stelle angehäuft, oder von Regengüssen, Flüssen oder Gletschern umgelagert. Der so entstandene Detritus unterliegt der Saigerung und Trennung durch den Wind, durch welchen die feineren Bestandteile fortgeführt werden. Die gröberen Teile bleiben liegen. Unter geeigneten Umständen sammeln sich die Sandkörner des Flugsandes wieder, um sich zu den Dünen der Sandwüsten anzuhäufen, die feinsten

staubförmigen Verwitterungsprodukte aber werden in Form von Staubwinden in weiten Entfernungen verbreitet werden. In ausgedehnter Weise erfolgt diese Lößbildung aus solchem Staube der Wüsten und der Steppen in Gegenden mit abwechselnd nassen und trockenen Jahreszeiten, wie sie die regenarmen Centralregionen der Kontinente darbieten. Wenn der Wind den fortgetragenen Staub auf grasbewachsenen horizontalen oder wenig geneigten Flächen absetzt, so wird dieser letztere von der Vegetation festgehalten und wird den Boden allmählich erhöhen, welcher demzufolge die röhrenförmigen Abdrücke der Wurzeln aller der Generationen von Steppengräsern enthält, die im Laufe der Zeit von den Staubwinden bedeckt wurden, während der Horizont der Vegetation nach und nach nach aufwärts gerückt wurde. Außerdem umschließt der Boden zahllose Landschneckengehäuse, sowie die Knochen der die Steppe bewohnenden Wirbeltiere. Bei der Verwitterung bilden sich zahlreiche Salze, so besonders Kalk-, Kali- und Natronkarbonate, und diese trägt der Wind teils direkt mit dem Staube gemeinsam fort und lagert sie zugleich mit letzterem wieder ab, teils werden diese kohlensaueren Verbindungen durch die zeitweilig nach Regengüssen sich bildenden Wasserläufe in die abflußlosen Seen und Sümpfe der Steppe gebracht, deren Salzgehalt sie bedingen. Darauf ist wohl auch der so allgemein auftretende Salzgehalt der Steppe zurückzuführen, welche häufig von Salzausblühungen bedeckt ist. Infolge des vorherrschend kontinentalen Klimas werden sich daher die Thäler und Bodensenkungen abflußloser Gebiete, so tief und weit sie auch sein mögen, allmählich mit dem vom

Winde herbeigewehten Staube erfüllen, und nur an der Umrandung dieser großen Becken werden sich zwischen die Staubmassen gröbere, vom Gebirge herabgeschwemmte Schuttmassen einlagern. Durch die äolischen Bildungen werden alle Unebenheiten des Untergrundes verdeckt, und eine flache, beckenförmige, von Gebirgen umrahmte Salzsteppe wird das Endresultat aller dieser Vorgänge sein. Ändert sich das Klima aber, tritt an die Stelle eines trockeneren, kontinentalen ein feuchteres, ozeanisches, so erfolgt unter dem Einfluß der reichlicheren Niederschläge die Umwandlung der Salzsteppe in ein Lößbecken. Die sich sammelnden Regenwasser schneiden als Bäche und Flüsse tief ein in den Boden der Steppen und bilden tiefe, weitverzweigte, steilwandige Rinnen und Thalsysteme, und dabei findet zugleich eine Auslaugung der Salze statt, wodurch dann das früher vorhandene Pflanzen- und Tierleben eine durchgreifende Änderung erfahren muß. Ähnliche Entstehung dürften auch die zuweilen ausgedehnten Lößgebilde im Gebiete vieler Niederungen, Thäler, Hügel- und Hochländer im Norden und im Centrum Europas gehabt haben und „nimmt man," sagt E. Kayser, „eine derartige Entstehung der Löß an, so läßt sich seine sonst kaum erklärliche capillare Struktur in einfacher Weise von den abgestorbenen Würzelchen der Steppengräser ableiten, während seine Schichtungslosigkeit, das so gut wie völlige Fehlen von Süßwasserconchylien, aber Vorhandensein von Landschnecken und höheren Landtieren als notwendige Folgen der angenommenen Bildungsweise erscheinen, und auch seine rasch wechselnde und zum Teil auffallend bedeutende Höhenlage sehr viel leichter zu begreifen ist."

Einige Forscher sind jedoch noch immer der früher bezüglich der Entstehung des Lößes gültigen Ansicht, wonach dieses Gestein das Schlämmprodukt der Gewässer sein soll, welche beim Abschmelzen der großen Inlandeisdecke der Diluvialzeit die damaligen Thäler bis hoch hinauf erfüllte. Diese Meinung ist in neuerer Zeit wieder von Wahnschaffe in betreff des im Norden des Harzes und in der Magdeburger Börde vorhandenen Löß vertreten worden, und auch für gewisse süddeutsche Lößbildungen im Stromgebiet des Rheins und des Mains wurde die Behauptung ausgesprochen, daß dieselben infolge von Absätzen der Hochfluten der genannten Flüsse zur Entwickelung gekommen seien. Eine Eigentümlichkeit des Löß sei hier noch kurz erwähnt, die Lößkindel, kalkige, zuweilen die Gestalt eines Wickelkindes annehmende Konkretionen, welche die genannte Gesteinsart sehr oft erfüllen.

Daß für die norddeutschen Lößbildungen eine äolische Entstehung stattgehabt hat, das wird bewiesen durch die eigentümliche Fauna, welche Professor Nehring in Berlin bei Thiede im Herzogtum Braunschweig und bei Westeregeln zu entdecken so glücklich war. Im dortigen Löß liegen typische Steppentiere begraben, so Antilope saiga, Spermophylus altaicus, der Steppenziesel, Lagomys pusillus, der Zwergpfeifhase, Arctomys bobac, der Bobak, Alactaja jaculus, der Pferdespringer, und noch andere mehr, neben Säugern von nordischem Charakter, als das Renntier, Rangifer tarandus, der Halsbandlemming, Myodes obensis, das nördlichste aller Langsäugetiere, der Moschusochse, Ovibos moschatus, der Schneehase, Lepus variabilis und den großen diluvialen Riesentieren, wie das

Mammont und Rhinozeros. An anderen Punkten Deutschlands sind ebenfalls ähnliche Faunenüberreste entdeckt worden. Zu Ende der Diluvialzeit herrschten also wohl in dem vom heutigen Deutschland eingenommen Areale etwa dieselben klimatischen Verhältnisse vor, wie in den Tundren und Steppen der Gegenwart. Vielleicht ist, wie man in neuerer Zeit annehmen zu dürfen glaubt, die Einförmigkeit dieser Steppenlandschaft durch ausgedehntere, von Waldungen bestandene Gebiete unterbrochen worden. Auf Grund der bei den Lößbildungen des Mainthales aufgefundenen Tierreste hat Sandberger das mittlere Jahresklima dieser Gegend auf etwa 4,4° Celsius, ungefähr der heutigen mittleren Jahrestemperatur von St. Petersburg entsprechend angegeben.

Auch die Dünenbildung, welche heutzutage noch im deutschen Norden in so großartigem Maßstabe vor sich geht, ist ein Effekt der äolischen Thätigkeit. Die Dünen werden vom Winde aufgeschüttet, und je flacher die Küste ist, umso ununterbrochener wird der Dünenwall sein, welcher sie umgiebt. Eine lange Kette dieser Gebilde zieht sich von den preußischen Gestaden durch Pommern, Schleswig-Holstein, Jütland und Ostfriesland nach Holland und Frankreich hinein. Auf der Kurischen Nehrung kennt man solche von nicht weniger denn 70 Meter Höhe, und in Südfrankreich werden die Dünen noch beträchtlich höher und sollen zuweilen an 90 Meter erreichen. Der Wind trägt den Sand fortwährend landeinwärts, und dabei kommt die Düne ins Wandern, dem nur durch künstliche Hindernisse, so durch Bepflanzung mit Sandhafer oder mit anderen Sandgräsern Einhalt gethan werden kann.



Fig. 162. Dünen auf Sylt. Nach einem Lichtbild von Schumann in Flensburg.

Bei ihrem Vorwärtsschreiten übt dann die Düne langsam aber mit tötlicher Sicherheit erfolgende Verheerungswirkungen aus und begräbt im Laufe der Zeit ganze Ortschaften, die wohl später, da die Düne immer weiter landeinwärts vorrückt, allmählich wieder freigegeben werden. In Pommern hat man das jährliche Vorwärtsdringen der Dünen auf 9 Meter geschätzt, und die Dünen der Kurischen Nehrung sollen sich dem Haff um etwa 6 Meter im Jahre nähern. Teilweise haben sie vom letzteren schon Besitz genommen. Berendt erzählt, daß sie dessen nördlichen Teil auszufüllen drohen, wobei die dazwischenliegenden Dörfer unter ihren Sandwällen begraben werden, so beispielsweise die Ortschaft Kunzen, deren Ruinen schon auf der anderen Seite der Dünenkette wieder blosgelegt werden. Ein von der Dünenplage stark heimgesuchter Landstrich ist das Gebiet der Landes im Südwesten Frankreichs, deren Hügel an 180 Meter hoch werden. Der sandige, sich stets in Bewegung befindliche Boden dieser Gegend zwingt ihre Bewohner auf hohen Stelzen zu gehen.

Nicht nur am Meer, auch in den Sandwüsten, so z. B. in der Sahara kann Dünenbildung erfolgen, wie denn in diesen Gegenden dem Winde eine umfangreiche geologische Rolle zugefallen ist. In einem interessanten und lehrreichen Buche über die Denudation in der Wüste hat uns jüngst Johannes Walther in Jena eingehend Bericht über die großartigen, in der lybischen Wüste sich abspielenden äolisch-geologischen Vorgänge erstattet und uns gezeigt, daß durch die abtragende, aushöhlende und vertiefende Thätigkeit der Winde, durch die Deflation tiefe

Senken ausgehöhlt, ebene Plateaus zu Tafelbergen umstaltet, phantastische Felsgebilde (Fig. 162) herausgeblasen und vielgestaltige Felslandschaften zu Wüsteneien abradiert werden, und zwar, indem der Wind die Gesteinsstückchen, welche er mit sich führt, stetig gegen die ihm entgegenstehenden Hindernisse schleudert und dadurch eine feilende und schleifende Wirkung erzielt.



Fig. 163. Pilzfelsen, genannt die Säule des Pharao, aus der Oase Ghara in der ägyptischen Wüste. Deflationswirkung des Windes. Nach Walther.

Der Mensch, der Schöpfung Krone, erscheint zweifellos schon in Europa während der Diluvialperiode, und, wie Albrecht Penck betont, gehört es zu den bezeichnendsten Zügen seines Auftretens in jener Zeit, daß derselbe nirgends im vergletschert gewesenen Gebiete unseres Erdteils Spuren seiner Thätigkeit hinterließ; einzig und allein am äußersten Saume jener Areale, vor allem aber außerhalb derselben,

sind Reste von ihm aufgefunden worden, und gerade in diesem Umstande sieht der genannte Wiener Gelehrte einen wichtigen Grund für seine Gleichalterigkeit mit den diluvialen Ablagerungen. In den eisfreien Gebieten hat der Mensch der Diluvialzeit sich aufgehalten. Wie war nun dieser Mensch beschaffen? Da müssen wir denn mit Hörnes eingestehen, daß das Material, welches uns gegenwärtig zur Untersuchung der körperlichen Eigenschaften des diluvialen Menschen vorliegt, noch ein recht beschränktes ist, denn es sind noch nicht gar viele Skelettreste des Menschen bekannt, deren diluviales Alter außer allem Zweifel steht. Dahin gehört z. B. der berühmte Fund, den man bei Nachgrabungen, welche Herzog Eberhard Ludwig von Württemberg bei Cannstatt unweit Stuttgart anstellen ließ, gethan hat, woselbst Bruchstücke eines Menschenschädels zusammen mit den Gebeinen des Mammont, der Höhlenhyäne und des Höhlenbären bloßgelegt wurden. Quatrefages und Hauy, zwei französische Gelehrte, haben diesen Cannstadter Schädel später untersucht und die „Rasse von Cannstadt" darauf begründet. Viel Ähnlichkeit mit demselben zeigt der Neanderthalschädel, den man im Jahre 1857 in der Neanderhöhle bei Düsseldorf fand, dessen Alter indes auch unbestimmt ist. Das Alter der in Höhlen lagernden menschlichen Überreste bleibt, wie Hörnes sagt, in den meisten Fällen deshalb zweifelhaft, weil sie einer späteren Zeit angehören und lange nach der Diluvialzeit durch Einschwemmung oder nachträgliche Bestattung in die Höhlen gelangt sein können. Auch sind diese letzteren in der Regel zu sehr verschiedenen Zeiten Zufluchtsorte der Menschen

gewesen, und die einzelnen Bewohner haben gewiß bei der Anlage ihrer Feuerstellen oder auch wohl bei der Bestattung der Leichen neues und altes Material durcheinander gebracht. Von beträchtlich größerer Beweiskraft, als die Höhlenfunde sind solche im Löß, so diejenigen, welche im Jahre 1874 bei Munzingen unweit Freiburg oder vom Grafen Wurmbrand bei Krems in Niederösterreich gemacht wurden. An der letztgenannten Örtlichkeit sind besonders zerschlagene, mit Hiebmarken versehene Mammontgebeine in großer Zahl entdeckt worden, so daß dieses Tier wohl als die hauptsächlichste Beute der Mammontjäger, die hier bei Zeiselberg ihren Lagerplatz hatten, betrachtet werden darf. Der Löß Mährens birgt ähnliche Überreste von Menschen und Mammont; bei Piedmost in der Nähe von Prerau hat Professor Maska Mammontrippen mit eingravierten rohen Ornamenten und dabei andere Artefakten, endlich einen menschlichen Unterkiefer gefunden, und bei Schussenried in Schwaben liegt ein diluvialer Kalktuff mitten in einem fossilen, aus lauter nordischen Moosarten bestehenden Pflanzenlager, dessen Überreste wie frisch erscheinen, so vorzüglich haben sie sich erhalten, und dieses Pflanzenlager birgt Haufwerk abgeschlachteter Tiere und menschlicher Kunstprodukte. Es ist die berühmte Kulturschicht von Schussenried. Ihr diluviales Alter wird nicht nur durch die genannten hochalpinen und nordischen Moose, als z. B. Hypnum groenlandicum, sondern auch durch die Tierformen, als Ursus arctos, den nordischen Bären, den Eisfuchs, kurzum durch eine Anzahl hochnordischer Typen bestätigt.

„Die Existenz des Menschen zur Diluvialzeit,“ so

äußert sich Hörnes ferner, „steht unwiderleglich fest; es fehlt hingegen an ebenso sicheren Beweisen für sein Vorhandensein während der Tertiär-Epoche, obwohl auch dieses nicht nur höchst wahrscheinlich ist, sondern sogar mit Bestimmtheit vorausgesetzt werden muß.“ Wir haben im vorigen Kapitel die für die Existenz des Tertiärmenschen sprechenden Thatsachen unseren Lesern kurz mitgeteilt. Aber dieselben sind noch prekärer Art, und der Vormensch, der Proanthropos ist noch immer nicht in über alle Zweifel und Widersprüche erhabenen Exemplaren gefunden worden. Es ist der Paläontologie noch nicht gelungen, diesen Urahn unseres Geschlechtes und seine Umwandlung zum diluvialen und zum heutigen Menschen in völlig überzeugender Weise klarzulegen, „so etwa,“ sagt Hörnes, „wie dies z. B. für den Stamm der Pferde geschah, dessen einzelne Glieder Marsh vom untersten Eocän bis zur Gegenwart in sämtlichen Übergangsformen vorführte. Aber man kann deshalb den Proanthropos doch nicht als ein bloßes Traumgebilde bezeichnen, denn die vergleichende Anatomie muß seine einstige Existenz mit derselben Sicherheit annehmen, mit der sie die Übergangsglieder zwischen den Reptilien und den Vögeln voraussetzen würde, wenn uns auch die Paläontologie noch nicht mit der Archäopteryx des obersten Jura und den Odontornithen der Kreide bekannt gemacht hätte.“ Franz Unger, ein berühmter Kenner der Flora der Vorwelt, hat einmal in Graz einen Vortrag über „das Paradies“ gehalten und darin eine glänzende Schilderung der Flora und Fauna der Tertiärzeit mit besonderer Berücksichtigung der steyrischen Verhältnisse gegeben. Darin spricht sich derselbe in fol-

genden auch von Hörnes citierten Worten über den Ursprung des Menschengeschlechts aus: „Wann und wo der Mensch zuerst das Licht der Welt erblickte, darüber schweigen alle geologischen Urkunden. Wenn wir seine Spuren zuerst mit den gewaltigen dickhäutigen Säugetieren in Europa finden, und zwar in einer Zeitperiode, in welcher Europa von der unmittelbaren Verbindung mit den übrigen Weltteilen getrennt, der Ungunst eines rauhen lebensfeindlichen Klimas nnterlag, indem es von seinen Hochgebirgen Eismassen über die Thäler und Ebenen hinabwälzte, so ist es nicht wahrscheinlich, hier und unter solchen Konstellationen seine Entstehung zu vermuten. Wir sind vielmehr genötigt, anzunehmen, daß sein erstes Auftreten in eine frühere Periode fiel, und daß es daher nur die ihr unmittelbar vorangehende Braunkohlenperiode gewesen sein konnte, in deren blütenreichen Tagen dieses Wunderwerk der Natur stattfand. Nicht in einen übergletscherten Erdteil, sondern in einen blütenreichen Garten wurde er aller naturwissenschaftlichen Wahrscheinlichkeit nach versetzt, wenn wir dabei auch annehmen müssen, daß dessen Alleen nicht beschnitten, noch die Pfade mit Sand bestreut waren. Der Mensch in seiner leiblichen Erscheinung konnte auch bei seiner Entstehung sicherlich keine Ausnahme von den Naturgesetzen machen, es hieße die Natur und die Unverbrüchlichkeit ihrer Anordnungen ganz und gar verkennen wollen, wenn man für das Menschengeschlecht in dieser Beziehung eine Ausnahmestellung reservierte."

Nein, keine Ausnahmestellung nimmt der Mensch hierin ein, auch er, dessen leibliche Hülle vergänglich ist und wieder zu Staub werden muß, hat sich vom Niederen zum

Höheren entwickelt, das zeigt seine Geschichte, das beweist der ungeheure Abstand, der unsere das Mammont und das Renntier der Diluvialzeit jagenden Vorfahren, welche sich vom Feuerländer der Gegenwart sicherlich nicht unterschieden, trennt vom Kulturmenschen der Gegenwart, der sich die Geschöpfe der Erde und deren Kräfte dienstbar macht zu seinem Nutzen und nach seinem Gefallen. Und die Höhe seiner Entwickelung ist noch nicht erklommen, „denn," so hat es Werner Siemens ausgesprochen auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin im September 1886, „je tiefer wir eindringen in das harmonische, durch ewige unabänderliche Gesetze geregelte und unserem vollen Verständnis dennoch so tief verschleierte Walten der Naturkräfte, desto mehr fühlen wir uns umgekehrt zu demütiger Bescheidenheit angeregt, desto kleiner erscheint uns der Umfang unserer Kenntnisse, desto lebhafter wird unser Streben, mehr aus diesem unerschöpflichen Born des Wissens und Könnens zu schöpfen, und desto höher steigt unsere Bewunderung der unendlich ordnenden Weisheit, welche die ganze Schöpfung durchdringt! — Und so wollen wir uns nicht irre machen lassen in unserem Glauben, daß unsere Forschungs- und Erfindungsthätigkeit die Menschheit höheren Kulturstufen zuführt, sie veredelt und idealeren Bestrebungen zugänglicher macht, daß das hereinbrechende naturwissenschaftliche Zeitalter ihre Lebensnot, ihr Siechtum mindern, ihren Lebensgenuß erhöhen, sie besser, glücklicher und mit ihrem Geschick zufriedener machen wird. Und wenn wir auch nicht immer den Weg klar erkennen können, der zu diesen besseren Zuständen führt, so wollen wir doch an unserer Überzeugung

festhalten, daß das Licht der Wahrheit, die wir erforschen, nicht auf Irrwege führen, und daß die Machtfülle, die es der Menschheit zuführt, sie nicht erniedrigen kann, sondern sie auf eine höhere Stufe des Daseins führen muß.“

Und was ist der Zweck der ganzen Schöpfung? Darauf soll uns Alfred Russel Wallace, der treue Freund Darwins und der Mitbegründer seiner Transmutationstheorie mit den Schlußworten seines neuesten, der Darstellung dieser Lehre gewidmeten Buches Antwort geben.*) „Für uns,“ so sagt er, „ist der ganze Weltzweck, die einzige raison d'être der Erde mit der Gesamtheit ihrer Erscheinungen, mit ihrer großartigen geologischen Fortentwickelung, mit der langsam vor sich gegangenen Vervollkommnung ihrer Pflanzen- und ihrer Tierwelt, sowie mit dem Erscheinen des Menschen zum Schluß die weitere Ausbildung des menschlichen Geistes in Verbindung mit dem menschlichen Körper. Aus der Thatsache, daß der menschliche Geist — der Mensch selbst — in solcher Entwickelungsform erscheint, dürfen wir wohl schließen, daß dies der einzige oder auch der allerbeste Weg für seine Fortbildung ist, und wir vermögen denn auch in dem, was man gemeiniglich auf Erden „Leiden“ nennt, eines der allerwirksamsten Mittel für diese erstere zu erblicken. Denn wir wissen, daß die edelsten Eigenschaften des Menschen durch Kampf und Arbeit gestärkt und vervollkommnet werden; im fortwährenden Streit gegen physische Leiden und umgeben von Schwierigkeiten und Gefahr haben sich die nördlichen Menschenrassen Aus-

*) Vom Verfasser frei und nicht immer ganz wörtlich übersetzt.

dauer, Mut, Selbstbewußtsein und Fleiß als ihnen besonders eigentümliche Eigenschaften erworben; im steten Kampf gegen das moralische Übel in allen seinen tausendköpfigen Formen sind die noch edleren menschlichen Geisteseigenschaften der Gerechtigkeit und des Erbarmens, der Menschenliebe und der Selbstaufopferung immer größer und stärker auf Erden verbreitet worden. Wesen, die durch ihre Lebensverhältnisse so gebildet und gestärkt worden sind, Wesen, in deren Seele solcher Entwickelung fähige Eigenschaften schlummern, sind sicherlich für ein höheres und länger andauerndes Leben bestimmt. Wir finden also, daß die Lehre Darwins, selbst in ihren weitesten Schlußfolgerungen nicht nur in keinerlei Widerspruch steht zum beseelten Menschen, sondern dessen Existenz im Gegenteil mit aller Bestimmtheit fordert. Sie zeigt uns, wie der menschliche Körper gemäß den Gesetzen der natürlichen Zuchtwahl allmählich aus auf niederer Stufe stehenden Geschöpfen hervorgegangen ist, sie lehrt uns aber auch, daß die geistigen und ethischen Eigenschaften, deren Besitz wir uns erfreuen dürfen, auf solche Weise nicht zur Entwickelung gekommen sein können, daß dieselben vielmehr auf einen anderen Ursprung zurückgeführt werden müssen. Und einen der Größe dieser Eigenschaften angemessenen Urquell können wir nur in dem allüberall gegenwärtigen Schöpfer finden." Gott schuf den Menschen ihm zum Bilde, zum Bilde Gottes schuf er ihn.

Schlußwort.

Wir sind am Ende, und die Stunde des Abschiednehmens ist gekommen. Da möchte denn der Verfasser dieser Skizzen nicht von seinen Lesern scheiden, ohne denselben noch zuvor seinen Dank für die gar freundliche Aufnahme des ersten Bandes ausgesprochen zu haben.

Freilich, dies und das hat die Kritik zuweilen an meinem Buche auszusetzen gehabt. Die einen waren mit den von mir vorgebrachten Vulkantheorien nicht zufrieden und wollten gerne meine eigene kennen lernen. Als ob ein jeder meiner Zunft nur so seine eigene Theorie über den Vulkanismus hätte, oder eine solche ohne weitere Umstände aus dem Ärmel schütteln könnte! Andere wiederum möchten die zwischen meine Auseinandersetzungen eingestreuten historischen Bemerkungen oder Anekdoten vermissen, die ihrer Meinung nach nicht zur Sache gehörten, noch anderen gefiel mein Standpunkt zur biblischen Schöpfungsgeschichte nicht u. s. f.

Alles in allem aber hat sich mein Werk bisher eines unerhofften Beifalls zu erfreuen gehabt. Jedoch bin ich mir wohl bewußt, daß dieser mehr auf Rechnung des so sehr anregenden Stoffes, als auf meine Darstellungsgabe zu setzen sein wird. Möchte sich der zweite Band doch ebensoviele Freunde erwerben! Mit diesem Wunsch und mit meinem Dank an alle, welche mich beim Abfassen der „Sturm- und Drangperiode der Erde“ mit Rat und That unterstützt haben, will ich mich meinen Lesern empfehlen.

Kiel im Januar 1894. **H. Haas.**



Druck von Oscar Brandstetter in Leipzig

Verein der Bücherfreunde

Verein der Bücherfreunde

Vorstand
Martin Greif   Hermann Heiberg
Otto von Leixner
Alexander Baron von Roberts
Ernst von Wolzogen



Geschäftsleitung
Schall & Grund
Verlagsbuchhandlung
Berlin W. 62
Kurfürstenstraße 128

Satzungen

Zweck

Der „Verein der Bücherfreunde" bezweckt die Vereinigung aller Freunde einer guten, gediegenen, litterarischen Unterhaltung und stellt sich zur Aufgabe, seinen Mitgliedern eine Reihe hervorragender Werke der *zeitgenössischen deutschen Litteratur* — nicht Übersetzungen — zum billigsten Preise zugänglich zu machen.

Beitritt

Mitglied kann *jedermann* werden; auch Ausländer. Ausgeschlossen sind nur: Leihbibliotheken und zu geschäftlichem Zweck betriebene Lesezirkel.

Der *Eintritt kann jederzeit geschehen*, verpflichtet aber für mindestens ein Vereinsjahr, das jeweils am 1. Oktober beginnt. Die *schon erschienenen Bände* werden alsdann *nachgeliefert*.

Jede Buchhandlung nimmt Anmeldungen entgegen und vermittelt auch die Zusendung der Veröffentlichungen.

Erscheinungsweise

Es erscheinen im Laufe des Jahres in regelmäßigen Zwischenräumen *acht* in sich abgeschlossene *Werke*, zusammen mindestens 150 Druckbogen zu je 16 Seiten stark. Sie bestehen zum größeren Teil in *unterhaltender*, belletristischer, — zum andern in allgemeinverständlich-*wissenschaftlicher* Litteratur.

Die Bestimmung der Reihenfolge und etwaige Änderungen hierin behält sich die Geschäftsleitung vor.

Beitrag

Der *vierteljährliche Beitrag* beläuft sich auf **3 Mk. 75 Pf.** (= 2 Gld. 25 Krz. oder 5 Fr.) für die geheftete Ausgabe — vorauszubezahlen — und auf **4 Mk. 50 Pf.** (= 2 Gld. 70 Krz. oder 6 Fr.) für die gebundene Ausgabe. Der Beitritt verpflichtet jedoch für das ganze Jahr. *Weitere Zahlungen* sind *nicht* zu leisten.

Die Veröffentlichungen werden *einzeln* auch an Nichtmitglieder abgegeben; jedoch nur zu erhöhten „Einzelpreisen".

Das deutsche Publikum aus der Leihbibliothek heraus an ein eigenes Bücherbrett zu gewöhnen — war der leitende Gedanke bei der Gründung des Vereins — und vor allem auch: die Anlegung eigener kleiner Büchereien von guten und gediegenen Werken mit thunlichst geringen Kosten zu ermöglichen. Es muß unserem *Volke*, nicht bloß denen, die sich den „Luxus" gestatten können, Bücher zu kaufen, zum *Bedürfnis* werden, die Werke nicht nur seiner Klassiker, sondern auch seiner zeitgenössischen Dichter und Schriftsteller zu kennen und um sich zu haben. Gute Bücher sind die besten Freunde.

Es haben sich dem Verein im Laufe der zwei Jahre seines Bestehens beinahe

Zwölftausend Mitglieder

angeschlossen. Ein seltener, schöner Erfolg, der zur Genüge beweist, daß der Gedanke der Gründung ein richtiger und zeitgemäßer war, der aber auch notwendig war, um das Unternehmen lebenskräftig zu halten.

Die Geschäftsleitung hat keine Mühe und kein Geldopfer gescheut, auch für den am 1. Oktober 1893 beginnenden

neuen dritten Jahrgang

wiederum eine Reihe vortrefflicher Werke erster deutscher Schriftsteller zu erwerben, nicht Übersetzungen, wie zu betonen ist, sondern sämtlich Originalarbeiten — obgleich es bekanntlich zu den großen Seltenheiten gehört, daß ein Schriftsteller von Bedeutung auf den vorherigen Abdruck seiner Arbeit in einer Zeitschrift verzichten kann, ehe dieselbe als Buch erscheint. Der Jahrgang wird wie bisher wieder

acht Bände

im Umfang von 150 bis 160 Druckbogen zusammen bringen und zwar zu dem ausnehmend geringen Preise von

vierteljährlich nur Mk. 3.75

für die geheftete und Mk. 4.50 für die gebundene Ausgabe.

Den feststehenden **Inhalt**

der acht Bände dieses neuen dritten Jahrgangs bilden:

Hančička, das Chodenmädchen. Kulturbild aus dem böhmisch-bayrischen Waldgebirge van **Maximilian Schmidt.** Einzeipreis geh. Mk. 5,—; geb. Mk. 5,75.

Der Roman spielt in der Jetztzeit und schildert in ebenso spannender, zum Teil hochdramatischer als buntbewegter Weise den eigenartigen Volks- und Landescharakter der Chaden, eines alten Volksstammes der bähmisch-bayrischen Waldgebirge, der sich bis heute noch mit seinen früheren Sitten und Einrichtungen erhalten hat.

Norddeutsche Erzähler. Novellen von **Wilhelm Jensen** (Alt-florentinische Tage), **Heinrich Seidel** (Die silberne Verlobung), **Julius Stinde** (Martinhagen, eine Erzählung abseits der Heerstraße). Einzeipreis geh. Mk. 3,—; geb. Mk. 3,75.

Der Band schließt sich in freier Folge an die im zweiten Jahrgang erschienenen Novellen von Heiberg und Konrad Telmann an, bildet jedoch wie dieser ein völlig selbständiges und abgeschlossenes Ganzes.

Johann von Schwarzenberg. Ein Lebens- und Geschichtsbild aus dem 15. und 16. Jahrhundert von **Johannes Renatus.** Einzelpreis geh. Mk. 4,—; geb. Mk. 4,75.

Auf Grund eingehendster Quellenstudien giebt das Werk eine höchst lebensvolle, anziehende und feincharakteristische Schilderung aus der Zeit der Reformation, jenes ersten großen Aufsturms deutschen Wesens und Wallens. Luther, Dürer, Pirckheimer, Vischer — alle treten in greifbarer Plastik und Anschaulichkeit vor das Auge des Lesers.

Aus der Sturm- und Drangperiode der Erde. Skizzen aus der Entwicklungsgeschichte unseres Planeten von **Prof. Dr. Hippolyt Haas.** Zweiter, in sich abgeschlossener Teil mit 163 Abbildungen Einzelpreis geh. Mk. 4,—; geb. Mk. 4,75.

Bildet die Fortsetzung zu dem im Januar 1893 erschienenen ersten Teil und behandelt nicht minder klar und interessant wie dieser die verschiedenen einschlägigen Kapitel. Beide Bände sind vollständig für sich abgeschlassen: I. Abschnitt: Gebirgsbildung und Erdbeben. II. Abschnitt: Sedimentärgestein; Tier- und Pflanzenwelt der Vorzeit und ihre Entwicklung im Laufe der geologischen Perioden; Archäische Ära; die Fossilien oder Versteinerungen; Paläozoische Ära; Mesozoische Zeit; Kanäzoische Pflanzenformen und Tiergestalten; Sedimentärformationen, mit besonderer Berücksichtigung Deutschlands. III. Abschnitt: Von der diluvialen Eiszeit in Nordeurapa und vom diluvialen Menschen.

Neuland: Ein Sammelbuch moderner Prosadichtung. Mit Beiträgen von: **Otto Julius Bierbaum, M. G. Conrad, Anna Croissant-Rust, Richard Dehmel, Max Dreyer, Cäsar Flaischlen, Max Halbe, Heinrich Hart, Julius Hart, Otto Erich Hartleben, Maria Janitschek, Detlev von Liliencron, John Henry Mackay, Oskar Panizza, Carlot Reuling, Julius Schaumberger, Johannes Schlaf, Emil Prinz zu Schönaich-Carolath** und anderen; herausgegeben van **Dr. Cäsar Flaischlen.**

Dieses Sammelbuch sall unserem Leserkreise die Kunst und die Kunstbestrebungen unserer jüngeren deutschen Schriftsteller vermitteln. Der Herausgeber hat sich eine möglichst sorgfältige Auswahl angelegen sein lassen, jedoch mit völliger Wahrung der Eigenart und der

besonderen litterarischen Physiognomie der einzelnen Dichter. Das Buch wird allgemein großes Aufsehen erregen.

Die Geisterseher. Humoristischer Roman von **Fritz Mauthner.**

Mauthner wendet sich in diesem Roman mit all seinem Humor und mit prächtiger Satire gegen die Narrheit unserer Spiritisten und Geisterrufer und entwirft mit drastischer Anschaulichkeit eine große, höchst spannende und unterhaltende Entlarvungsscene.

Laienpredigten für das deutsche Haus von **Otto von Leixner.** Ungehaltene Reden eines Ungehaltenen.

Leixners allgemein bekannte und beliebte, auf schärfste Beobachtung und auf vielseitigstes Wissen sich gründende Darstellungskunst kommt in diesen „Laienpredigten" aufs Glänzendste und Liebenswürdigste zum Ausdruck. Ein fein-ironisierender Humor, wie ihn nur wenige besitzen, führt ihm die Feder, wie schon der Titel zeigt, und macht dieses „Predigtbuch" zu einer höchst anregenden Lektüre.

Aus dem Hexenkessel der Zeit. Frauenschuld und Frauengröße von **Luise Westkirch.**

Ein moderner Roman großen Stils, der der Verfasserin zahlreiche neue Freunde und Verehrer zuführen wird.

Die Veröffentlichungen

des

Ersten Jahrgangs 1891/92

Todsünden. Roman von **Hermann Heiberg.** Einzelpreis geh. Mk. 5,—; geb. Mk. 5,75.

Die Post . . . der Roman bietet eine ganze Galerie prächtig gezeichneter Persönlichkeiten, ebenso ganz meisterhafte Schilderungen der Natur und Gegenden, und er ist so weit von dem schmutzigen Realismus, der jetzt wuchert, entfernt, daß man ihn mit Vergnügen lesen wird . . .

Aus Mitleid und andere Novellen von **Alexander Baron von Roberts.** Einzelpreis geh. Mk. 5,50; geb. Mk. 6,25.

Neue Züricher Zeitung: Das ist doch einmal ein Schriftsteller mit einem Gesicht und einer Haltung; und zwar verrät das Gesicht Geist und die Haltung Vornehmheit und Charakter. Wir empfehlen diese Sammlung als eine Unterhaltungslektüre für Weltleute, die das Fühlen nicht verlernt haben.

Seelenanalysen. Novellen von **Max Nordau.** Einzelpreis geh. Mk. 3,—; geb. Mk. 3,75.

Kölnische Zeitung: Diese Erzählungen haben nicht, wie man vermuten könnte, etwas pessimistisch Zugespitztes oder paradox Verwegenes an sich. Sie vereinen vielmehr feine Lebensbeobachtung mit gesunder Folgerichtigkeit und geben der geistigen Klarheit der Stoffbehandlung den vergoldenden Schimmer poetischer Darstellungsweise.

Aus Urdas Born. Schilderungen und Betrachtungen im Lichte der heutigen Lebenserforschung von **Dr. Theodor Jaensch.** Einzelpreis geh. Mk. 3,75; geb. Mk. 4,50.

Kreuz-Zeitung: Auf Grund reichen Wissens erhebt sich des Verfassers Anschauung zu dichterischer Auffassung der Mutterarbeit der Natur im Bau des Weltalls, um dann, getragen von solch idealem Zuge, durch einzelne Bilder und Schilderungen aus dem Pflanzen- und niederen Tierleben die Naturerkenntnis zu fördern.

Carriere. Roman von **Olga Wohlbrück.** Einzelpreis geh. Mk. 3,—; geb. Mk. 3,75.

Hamburgischer Correspondent: Der Roman zeigt tiefe seelische Kraft und herzgewinnende Schönheit. Der Leser wird es sicherlich kein überschwengliches Lob nennen, wenn wir behaupten, daß die Verfasserin zu den geistig kraftvollsten und hervorragendsten deutschen Romanschriftstellerinnen unserer Tage gezählt werden muß.

Fliegender Sommer. Geschichten von **Ludwig Ganghofer.** Einzelpreis geh. Mk. 5,50; geb. Mk. 6,25.

Schwäbischer Merkur: Man hat bei dem Buche stets die Empfindung, mit einem echten Dichter zu gehen, der aus dem Vollen schöpft, und dem es an dem schönsten und passendsten Ausdruck für die reich emporquellenden Bilder seiner Phantasie nirgends fehlt.

Zwei reiche Frauen. Roman von **M. von Eschen.** Einzelpreis geh. Mk. 3,—; geb. Mk. 3,75.

Altonaer Tageblatt: Schilderungen und Charaktere haben Leben und Farbe, das Leben in unserer guten Gesellschaft ist mit scharfem Blick erfaßt, und so wird das fesselnde Buch viele und dankbare Leser finden.

Vom grünen Wasser. Seegeschichten und Schilderungen von **Johannes Ziegler** Einzelpreis geh. Mk. 3,—; geb. Mk. 3,75.

Die Nation: Ein Hamburger Kind, das seit Jahren zu den Größen des Wiener Feuilletons gezählt wird, sammelt in diesem Bande eine Reihe seiner feinen Marinestücke. Seine Besonderheit sind Stillleben, Stimmungsbilder, die in ihrer Kraft und Kunst durchweg selbständiges Gepräge an sich tragen. Alles in allem will die schöne Sammlung weit lieber gelesen und genossen, als beredet und gelobt sein.

Zweiter Jahrgang 1892/93

Das Leben auf der Walze. Roman von **Wolfgang Kirchbach.** Mit 10 Vollbildern auf Kupferdruckpapier von Georg Koch. Einzelpreis geh. Mk. 5,—; geb. Mk. 5,75.

Die Kreuzzeitung: „Was beim ersten Eindruck von drastischem Humor erfüllt, lediglich interessant und originell erscheint, ergreift uns bei näherer Betrachtung mit tiefem und herzlichem Mitleid. Alle diese „armen Teufel" und „geflickten Burschen" sind verlorene Söhne unseres Volkes und gehören zu uns."

„Töte sie!" Roman von **Balduin Groller.** Einzelpreis geh. Mk. 3,—; geb. Mk. 3,75.

Als Gegenstück des Kirchbachschen Romans eine lebenswahre Schilderung aus den höchsten Gesellschaftskreisen Wiens, voll schönen Humors, bezaubernder Anmut und Schalkhaftigkeit, zugleich spannend in seinem Aufbau, meisterhaft in der Charakteristik.

Wiener Litteraturzeitung: Um es gleich vorweg zu sagen: Ein ganz herrliches Buch!

Aus der Sturm- und Drangperiode der Erde. Skizzen aus der Entwickelungsgeschichte unseres Planeten von Prof. **Dr. H. Haas.** I. Teil. Mit 65 Abbildungen. Einzelpreis geh. Mk. 4,—; geb. Mk. 4,75.

Kieler Zeitung: Der gebildete Laie muß an dem Werk sein besonderes Wohlgefallen haben, da die Auswahl des Stoffes, deren Schwierigkeit nicht zu verkennen ist, eine sehr glückliche ist.

Pfarrer Streccius. Roman von **E. Eschricht.** Einzelpreis geh. Mk. 3,—; geb. Mk. 3,75.

Berliner Neueste Nachrichten: . . . Was aber der ganzen Darstellung ihren Reiz und ihr Aroma giebt, wenn der Ausdruck gestattet sein soll, das ist das offenbar unverfälscht getreue Lokalkolorit, ist die ganze lebensvolle Schilderung esthnischen und finnischen Volkstums. Das episodische Kapitel von der Dorfhochzeit im Hause Tolki ist eine wahre Perle dieser Art und läßt erkennen, wie genau und intim die Verfasserin den Boden kennt, auf dem sie ihre Erzählung spielen läßt.

Der Telamone. Roman von **Fedor von Zobeltitz.** Mit 77 Textzeichnungen von Friedr. Stahl. Einzelpreis geh. Mk. 6,—; geb. Mk. 7,—.

Leipziger Tageblatt: . . . aus dem Treiben auf der Rennbahn, den Salons der großen Gesellschaft und hinter den Coulissen — in allem spürt man den Atem voller Lebenswahrheit, und das Kontrastreiche des Gesamtbildes erhöht selbstverständlich noch das Interesse an demselben. Auch gedankliche Vertiefung ist dem Werke nicht abzusprechen. Gegen 100 Illustrationen verleihen dem Buche noch einen besonderen Schmuck.

Kallia Kypris. Aus Alt-Syrakus. Roman von **A. Schneegans.** Einzelpreis geh. Mk. 3,—; geb. Mk. 3,75.

St. Galler Blätter: . . . Kallia Kypris ist ein Roman, der sich den besten Leistungen getrost an die Seite stellen darf. Aufbau, Ausführung, Sprache: alles ist aus einem Guß. Herrlich gezeichnete Gestalten sind es, die hier vor unsern Geist treten und uns in ihrer Plastik nötigen, mit ihnen zu kämpfen, zu leiden und zu jubilieren. Dem Verein der Bücherfreunde auch für diese neue Gabe wieder herzlichen Dank.

Das Sternenzelt. Von Prof. **Dr. C. Titus.** Mit 70 Abbildungen im Text und drei doppelseitigen Karten. Einzelpreis geh. Mk. 5,—; geb. Mk. 5,75.

Das Werk wendet sich ausschließlich an den naturwissenschaftlichen Laien, um ihn zu gedankenvollerer Betrachtung der Welten über uns anzuregen, betont aber vor allem die geschichtliche Entwickelung und Ausbildung der astronomischen Grundanschauungen.

Norddeutsche Erzähler. **Das Schicksal auf Moorheide** von **Hermann Heiberg** und **Ruggiero, der Brigant** von **Konrad Telmann.** Einzelpreis geh. Mk. 3,—; geb. Mk. 3,75.

Es bedarf keiner besonderen Empfehlung dieses Buches. Die Namen der beiden Verfasser bürgen für den Wert der beiden Novellen, in denen jeder von ihnen eine vollgiltige Probe seines reichen Könnens giebt.

☞ Einzeln können die Bände der beiden ersten Jahrgänge auch an Mitglieder des neuen Jahrgangs nur zu den beigesetzten Einzelpreisen abgegeben werden.

Wir empfehlen die vollständigen Jahrgänge zum Preise von Mk. 15.— für die geheftete, und Mk. 18.— (in besonderem Kästchen Mk. 20.—) für die gebundene Ausgabe als vornehme, schöne, reichhaltige Geschenkwerke, die überall große Freude bereiten werden.

